

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P DE INGENIERIA CIVIL



“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL
CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA
REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE
HUÁNUCO-2017”

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

TESISTA:

BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES

ASESOR:

ING. EDWIN AGUSTIN ALMERCO PALACIOS

HUÁNUCO – PERÚ

2019

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:19 horas del día 21 del mes de JUNIO del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. JOHNNY PRUDENCIO TACHA BOJAS (Presidente)

ING. JOSÉ CHOQUEVILCA CHINGUEL (Secretario)

ING. JOSÉ LUIS VILLANUEVA BUIJANO (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 585-2019-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO
COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN
DE LAS VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO-2017

presentado por el (la) Bachiller PETER ANDY ESPINOZA TORRES, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:10 horas del día 21 del mes de JUNIO del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico con mucho amor y gratitud, a Dios por darme la vida, salud y haberme dirigido por el sendero correcto.

A mis padres Víctor Espinoza y Marysabel Torres por su incansable esfuerzo, sacrificio, por haberme enseñado los valores y el sentido de afrontar la vida.

A mis hermanos Carlos, Margarita y Abel, por lo que representan para mí, por ser una parte importante en la familia y por ser más que mi familia mis verdaderos amigos.

A tío Rubén y tía Gelcys ya que fueron como mis padres, por todo su apoyo y cariño incondicional a lo largo de toda mi carrera profesional, son un gran ejemplo de superación profesional y personal.

A toda la mi familia en general por haberme brindado su apoyo incondicional.

PETER ESPINOZA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Huánuco – Facultad de Ingeniería – E.A.P de Ingeniería Civil, al Decano Mg. Ricardo Manuel Sachun García y a los docentes por compartir sus conocimientos durante mi vida universitaria.

Al Ing. Earle Tangoa Bernardo y al Ing. Edwin A. Almerco Palacios por su gran ayuda, colaboración en cada momento de consulta y soporte como asesor en este trabajo de investigación.

A mis amigos por su amistad, apoyo incondicional, que colaboraron conmigo en diferentes oportunidades y por la motivación que hicieron posible mantenerme firme hasta culminar este trabajo a (Erick, Saromo, Simón, José, Flor, Wilmer, Hugo, Zapana, Cáriga y Kathy) ya que con ellos viví los buenos y malos momentos en la Universidad.

A mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional y por todo su cariño brindado.

PETER ESPINOZA

INDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
LISTAS TABLAS	IX
LISTA DE GRAFICOS	X
LISTA DE FIGURAS	XII
RESUMEN.....	XIV
SUMMARY	XV
INTRODUCCION.....	XVI
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	18
1.1 Descripción del problema.	18
1.2 Formulación del problema.	19
1.2.1 Problema general.	19
1.2.2 Problemas específicos.....	20
1.3 Objetivo general.	20
1.4 Objetivos específicos.....	20
1.5 Justificación de la investigación.....	21
1.6 Limitaciones de la investigación.	23
1.7 Viabilidad de la investigación.....	24
MARCO TEÓRICO.....	26
2. MARCO TEORICO.....	27
2.1 Antecedentes de la investigación.	27
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	28
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	29
2.1.3 Antecedentes locales.....	31
2.2 Bases teóricas.	31
2.2.1 Concreto compactado con rodillo.	31
2.2.2 Material granular.....	45

2.2.3	Método de diseño de Mezcla del CCR utilizando conceptos de compactación de suelos.	65
2.2.4	Principales diferencias con un concreto convencional	67
2.2.5	Proceso Constructivo del CCR	67
2.2.6	Ventajas y desventajas.....	82
2.2.7	Propiedades mecánicas del CCR	86
2.2.8	Aplicaciones del CCR	91
2.2.9	Control de calidad.....	96
2.3	Definiciones conceptuales.	98
2.4	Hipótesis.....	104
2.5	Variables.....	104
2.5.1	Variable dependiente.....	104
2.5.2	Variable independiente.....	104
2.6	Operacionalización de variables (dimensiones e indicadores). 105	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		106
3.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	107
3.1	Tipo de investigación (referencial).....	107
3.1.1	Enfoque	107
3.1.2	Alcance o nivel	107
3.1.3	Diseño	107
3.2	Población y muestra.	108
3.2.1	Población.....	108
3.2.2	Muestra.....	109
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	111
3.3.1	Recolección de datos.	111
3.3.2	Procedimientos.....	114
3.3.3	Presentación de datos (cuadros y/o gráficos).....	114

3.3.4	Análisis e interpretación de los datos.	115
RESULTADOS		116
4.	RESULTADOS	117
4.1	Ejecución de la investigación y procesamiento de datos..	117
4.1.1	Selección de los materiales (toma de muestras).	118
4.1.2	Diseño de mezclas del CCR.....	127
4.1.3	ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA EN EL CONCRETO DE CCR.	134
4.2	Contrastación y prueba de hipótesis.	154
4.2.1	Prueba de hipótesis.....	154
4.2.2	Contraste de Hipotesis General.....	155
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		157
5.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	158
5.1	Contrastación de resultados del trabajo de investigación.	158
5.1.1	Análisis de los resultados de las pruebas preliminares a las propiedades de los materiales del CCR.	159
5.1.2	Resultados del Diseño de mezclas óptimo.	162
5.1.3	Análisis de la influencia en la resistencia a la compresión de concreto compactado con rodillo (CCR) con la variación de los porcentajes de cemento y el numero de capas de compactado.....	165
CONCLUSIONES.....		168
6.	CONCLUSIONES.....	169
RECOMENDACIONES		170
7.	RECOMENDACIONES.....	171
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		173
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	174
ANEXOS		177
RESOLUCION DE APROBACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION		178

RESOLUCION DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR	180
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	182
PANEL FOTOGRAFICO	184
ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACION ..	201
ENSAYOS EN EL AGREGADO Y DISEÑO DE MEZCLAS DEL CCR PARA 10%, 12% Y 14% DE CEMENTO.....	202
ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE 7, 14 Y 28 DIAS, 3 CAPAS, 10%	241
ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE 7, 14 Y 28 DIAS, 3 CAPAS, 12%	264
ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE 7, 14 Y 28 DIAS, 3 CAPAS, 14%	287
ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE 7, 14 Y 28 DIAS, 4 CAPAS, 10%	310
ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE 7, 14 Y 28 DIAS, 4 CAPAS, 12%	333
ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE 7, 14 Y 28 DIAS, 4 CAPAS, 14%	356

LISTAS TABLAS

Tabla 1: Diferencias en la composición típica de un CCR y uno convencional (J. Merino, Cemex)	34
Tabla 2: Requisitos de calidad del cemento.	36
Tabla 3: Porcentaje que pasa (MTCVC NORMA ESPAÑOLA).....	39
Tabla 4: Durabilidad del agregado grueso.....	50
Tabla 5: Análisis granulométrico del Agregado Fino	53
Tabla 6: Ensayo para determinar el peso específico del Agregado Fino	54
Tabla 7: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del AF.	54
Tabla 8: Ensayo de densidad relativa del AF.....	55
Tabla 9: Ensayo del Contenido de Humedad del AF.....	55
Tabla 10: Análisis granulométrico del AG.	57
Tabla 11: Ensayo para determinar el peso específico.....	58
Tabla 12: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del AG.....	59
Tabla 13: Ensayo de densidad relativa en el agregado grueso.....	60
Tabla 14: Ensayo del Contenido de Humedad en el AG	60
Tabla 15: Ensayo de desgaste de gravas.	61
Tabla 16: Porcentaje que pasa (límites granulométricos)	64
Tabla 17: N° DE PASADAS RECOMENDADAS DEL EQUIPO DE COMPACTACION.....	75
Tabla 18: Factores que afectan las propiedades del CCR.....	91
Tabla 19: Pruebas de control de calidad de la muestra (de CCR guía de control de calidad) (PCA,2010)	98
Tabla 20: Número de especímenes de concreto total para el diseño del CCR.....	109
Tabla 21: Número de muestras de especímenes de concreto por cada edad de ensayo en función a la dosificación de cemento y por el número de capas de compactado.	110
Tabla 22: Contenido de Humedad del Agregado Grueso.	122
Tabla 23: Contenido de Humedad de la Arena	122
Tabla 24: Grado de acidez de los materiales suspendidos en el agua del agregado fino para el CCR.	123
Tabla 25: Grado de acidez de los materiales suspendidos en el agua del agregado grueso para el CCR.	123
Tabla 26: Grado de acidez de los materiales suspendidos en el agua de la arena.	124
Tabla 27: Pesos volumétricos de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de	124
Tabla 28: Resultados de los ensayos de densidad relativa de los agregados para en el concreto. ...	125
Tabla 29: Resultados del análisis granulométrico de los agregados para elaborar el concreto	125
Tabla 30: Densidad del cemento.....	126
Tabla 31: Resultado del ensayo de equivalente de arena.....	126
Tabla 32: Resultado del ensayo de desgaste de gravas.	127
Tabla 33: Método de compactado.	128

<i>Tabla 34: Resultados del ensayo de compactación del agregado.</i>	129
Tabla 35: <i>características de los materiales del diseño de mezclas del CCR.</i>	130
Tabla 36: <i>Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 10% y en tres capas.</i>	134
Tabla 37: <i>Resultados de resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 12% y en tres capas.</i>	136
Tabla 38: <i>Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 14% y en tres capas.</i>	138
Tabla 39: <i>Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 10% y en cuatro capas.</i>	140
Tabla 40: <i>Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 12% y en cuatro capas.</i>	142
Tabla 41: <i>Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 14% y en cuatro capas.</i>	144
Tabla 42: <i>Prueba de normalidad.</i>	154
Tabla 43: <i>Prueba de hipótesis.</i>	155
Tabla 44: <i>CARACTERISTICAS FISICAS DE A. FINO, A. GRUESO, ARENA Y CEMENTO.</i>	159
Tabla 45: <i>ANALISIS DEL CRIBADO DEL AGREGADO FINO</i>	161
Tabla 46: <i>RESULTADO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.</i>	161
Tabla 47: <i>DETERMINACION DEL METODO DE COMPACTACION</i>	162
Tabla 48: <i>Resumen de datos Obtenidos de la Compactación de Agregados.</i>	163
Tabla 49: <i>Calculo de materiales por m3 de concreto convencional y un CCR</i>	164

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1: <i>Colocación y compactación inicial de la mezcla para el CCR.</i>	22
Gráfico 2: <i>Colocación del CCR usando pavimentadoras asfálticas modificadas (ACI325.10, 1995(1)).</i>	32
Gráfico 3: <i>Algunas marcas de cemento más usadas en el medio local.</i>	35
Gráfico 4: <i>Aspecto de la superficie del CCR después de su compactación.</i>	43
Gráfico 5: <i>Maquina de abrasión de los ángeles.</i>	62
Gráfico 6: <i>Ensayo del Ph del Agregado</i>	63
Gráfico 7: <i>Planta de mezclado continuo del CCR (Mixing Plant).</i>	68
Gráfico 8: <i>Planta de mezclado continua con cámara de mezclado (PCA, 2010)</i>	69
Gráfico 9: <i>Plantas continuas de mezclado con tambores mezcladores inclinados (PCA, 2010).</i>	70
Gráfico 10: <i>Camión mixer hormigonero para mezclado del concreto del CCR.</i>	70
Gráfico 11: <i>Colocación del concreto de la central en el camión para su transporte a obra. (ASOCEM).</i>	71
Gráfico 12: <i>Colocación y distribución del concreto con equipo para mezclas asfálticas. (ASOCEM)</i>	72

Gráfico 14: Descarga y extendido del material (Praire,2014).	73
Gráfico 15: Distribución del concreto con motoniveladora. (ASOCEM)	74
Gráfico 16: Compactación del concreto con rodillo liso (CEMEX)	75
Gráfico 17: Compactado del CCR.	76
Gráfico 18: Corte temprano de juntas (CEMEX)	77
Gráfico 19: Medidas del control de calidad del concreto compactado en estado fresco en obra (CEMEX)	79
Gráfico 20: Imprimación de la superficie del concreto con emulsión asfáltica. (ASOCEM)	80
Gráfico 21: Aplicación de membrana de curado para el concreto del CCR.	81
Gráfico 22:: Ensayo de consistencia para el CCR con asentamiento o “slump” cero (0). (Palomares, 1998)	82
Gráfico 23: Apertura temprana al tráfico.	83
Gráfico 24: Comparación de luminosidad de un pavimento asfáltico y un CCR.	84
Gráfico 25: Ahorro de combustible de un vehículo en función del tipo de pavimento	85
Gráfico 26: Medición del slum en el cono de Abrams (Enrique Palomares,1998)	87
Gráfico 27: Ensayo de proctor modificado.	87
Gráfico 28: Aplicación del CCR en presas (Orellana & Carrillo Vásquez, 2003)	92
Gráfico 29: Presa Hidroeléctrica de Porce 2 (TOXEMENT)	92
Gráfico 30: Pavimento de CCR (Calumet Civil Contractors, Inc., 2014)	93
Gráfico 31: Pavimento de CCR de un Aeropuerto Internacional en Europa.	93
Gráfico 32: Camino rural de CCR (CEMEX)	94
Gráfico 33: Calle pavimentada con CCR (CEMEX)	95
Gráfico 34: Patio de maquinarias de Industria de Cemento (Costa Rica)	95
Gráfico 35: Parada de autobús en Birmingham Reino Unido.	96
Gráfico 36: Banco de hormigón de la Cantera de San Andrés- Huánuco	118
Gráfico 37: Puesta de muestra en el Laboratorio y cuarteo del material global.	120
Gráfico 38: Separado de muestras (A. Fino - A. Grueso)	120
Gráfico 39: Cuarteo del A fino y el A. grueso (faja 467 11/2 - N°04)	121
Gráfico 40: Contenido de humedad natural.	121
Gráfico 41: Secado de Humedad del agregado fino y grueso.	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tren de colocación y compactación del CCR, utilizando una maquina compactadora.	23
Figura 2: Principales países donde se utiliza el CCR.	27
Figura 3 : Representación multifuncional del comportamiento del CCR (PCA,2010).	32
Figura 4: Comparación de los componentes del concreto convencional y el CCR (Guide for Roller)...	34
Figura 5: Curvas de resistencia del CCR que pueden ser desarrolladas con varias proporciones de cemento para agregados de buena calidad. (ACI 207.5 R-99 Ref.1).....	37
Figura 6: Curvas de resistencia del CCR que pueden ser desarrolladas con varias proporciones de cemento con agregados de menor calidad. (ACI 207.5 R-99 Ref.1)	38
Figura 7: Componentes para determinar una máxima resistencia del CCR.	41
Figura 8: Distribución de volúmenes.	47
Figura 9: Condiciones de humedad de los agregados.	49
Figura 10: Faja granulométrica propuesta por Choi y Groom (2001)	64
Figura 11: Esquema Grafico del Procedimiento Constructivo del CCR.	67
Figura 12: Ejecución de juntas frías (CEMEX).....	78
Figura 13: Cálculo de la resistencia a la compresión. (Enrique Palomares,1998).	90
Figura 14: Cálculo de la resistencia a la tracción (Enrique Palomares,1998).	90
Figura 15: Soluciones de pavimentados donde destaca el CCR como aplicación en diversas áreas (CEMEX).....	91
Figura 16: Diagrama de trabajo de la investigación.	117
Figura 17: Referencias usadas para determinar el diseño de mezclas para cada proporción de cemento del CCR, usando los conceptos de compactación de suelos.	130
Figura 18: Diseño de mezcla del CCR con un 10% de cemento.	131
Figura 19: Diseño de mezclas del CCR con un 12% de cemento.....	132
Figura 20: Diseño de mezclas del CCR con 14% de cemento.....	133
Figura 21: Gráfica de evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento	134
Figura 22: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) –	135
Figura 23: Evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento.....	136
Figura 24: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) –	137
Figura 25: Evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento.....	138
Figura 26: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) –	139
Figura 27: Gráfica de evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del	140
Figura 28: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) –	141
Figura 29: Gráfica de evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento	142
Figura 30: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) –	143

Figura 31: Evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del.....	144
Figura 32: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) –	145
Figura 34: Resistencia a la compresión con porcentajes de cemento al 10%, 12% y 14% a tres capas de compactado.....	165
Figura 35: Resistencia a la compresión con porcentajes de cemento al 10%, 12% y 14% a cuatro capas de compactado.	166
Figura 36: Resistencia a la compresión con un porcentaje de 14 % de cemento para tres y cuatro capas de compactado.	167

RESUMEN

Esta investigación refleja el análisis, diseño y comparación de la técnica del Concreto Compactado con Rodillo (CCR) como pavimento, llevado a cabo bajo la filosofía de la compactación de suelos, proponiéndolo para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco, por sus múltiples ventajas que representa su uso, teniendo como referencia las experiencias alrededor de todo el mundo.

Se determinó las propiedades físico-mecánicas del CCR y se diseñó tres diseños mezclas con 10%, 12% y 14% de cemento a tres y cuatro capas de compactado, la cual fueron ensayados 270 probetas a la resistencia a la compresión, y así se pudo determinar el óptimo para la propuesta.

La población total fueron 270 probetas de concreto compactado, con muestras de 15 unidades para cada proporción de 10%, 12% y 14% de cemento y para las edades de curado de cada una de ella de 7 días, 14 días y 28 días, tanto para tres y cuatro capas

La energía de compactación se realizó con un martillo vibratorio, en la cual se acopló un pisón con una altura y peso adecuados con una secuencia de 40 golpes por cada capa y así simular la compactación en campo de un rodillo compactador, con el fin de poder llegar a una resistencia referencial $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Finalmente se logró determinar que el concreto relativamente seco con un bajo contenido de cemento, al ser aplicado una fuerza de compactación su resistencia puede llegar a valores similares a uno construido bajo una técnica convencional, con proporciones normadas y luego de evaluar las propiedades del concreto compactado con rodillo (CCR) en su estado endurecido a los 7, 14 y 28 días de curado las variaciones son notorias en su rango de resistencia mecánica a la compresión. El moldeo de los especímenes para la elaboración del CCR con un 14% de cemento y a cuatro capas de compactado con vibro compactador, fue el que presentó mejores resultados semejantes a la resistencia de un concreto convencional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usado como referencia, llegando a un valor de $F'c = 222 \text{ kg/cm}^2$.

Palabras clave: concreto compactado con rodillo, pavimento rígido, diseño de mezclas, rehabilitación de vías urbanas.

SUMMARY

This investigation reflects the analysis, design and comparison of the technique of Compacted Concrete with Roller (CCR) as a pavement, carried out under the philosophy of soil compaction, proposing it for the rehabilitation of the urban roads of the city of Huánuco, by its multiple advantages represent its use, taking as reference the experiences around the world.

The physical mechanical properties of the CCR were determined and three mix designs were designed with 10%, 12% and 14% of cement to three and four layers of compaction, which were tested 270 specimens to the compressive strength, and thus could be determine the optimum for the proposal.

The total population was 270 specimens of compacted concrete, with samples of 15 units for each proportion of 10%, 12% and 14% of cement and for the ages of curing of each of them of 7 days, 14 days and 28 days, both for three and four layers.

The compaction energy was carried out with a vibratory hammer, in which a rammer with an adequate height and weight was coupled with a sequence of 40 strokes per layer and thus simulate the compaction in the field of a road roller, in order to be able reach a reference strength $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$.

Finally, it was possible to determine that the relatively dry concrete with a low content of cement, but when a compaction force is applied, its resistance can reach similar values to one constructed under a conventional technique, with normed proportions and after evaluating the properties of the compacted concrete with roller (CCR) in its hardened state at 7, 14 and 28 days of curing, the variations are notorious in its range of mechanical resistance to compression. The molding of the specimens for the elaboration of CCR with 14% of cement and four layers of compacted with vibrocompactor, was the one that presented better results similar to the resistance of a conventional concrete $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ used as reference, arriving at a value of $F'c = 222 \text{ kg / cm}^2$.

Key words: compacted concrete with roller, rigid pavement, mix design, rehabilitation of urban roads.

INTRODUCCION

En la búsqueda de alternativas que ayuden a poder optimizar tanto recursos y materiales, se ha ido descubriendo nuevas metodologías que combinan seguridad y economía; en la cual el éxito de su uso siempre está ligado a las características y condiciones de cada lugar.

La necesidad de hallar un concreto con baja figuración, junto con la necesidad de una mezcla y sistemas de puesta en obra más económicas condicionaron de una manera determinante las dosificaciones empleadas con este nuevo método o técnica del CCR. Los bajos contenidos de cemento y agua, para la construcción de tales fines llevaron, por necesidad de colocación, a la compactación con rodillo, uniéndose estos aspectos en lo que hoy lo hacemos llamar de manera general como Concreto Compactado con Rodillo (CCR).

El uso más extendido del concreto compactado con rodillo se realizan en tres grandes rubros: Presas, Pavimentos y Reparaciones rápidas (rehabilitación).

El pavimento del concreto compactado con rodillo (CCR), ofrece la optimización de todos los recursos empleados en un concreto convencional, puesto que logra economía, rapidez y flexibilidad en su ejecución. (Solano, 2009).

El presente trabajo de investigación tratará sobre los aspectos teóricos del desarrollo de esta técnica y la posibilidad de aplicación práctica en el empleo del diseño de mezclas haciendo uso del Concepto de Compactación de Suelos ya que en nuestro medio no se ha tenido anteriores investigaciones y aplicaciones prácticas del tema correspondiente. El proyecto de investigación se realizará con el objeto de analizar el comportamiento mecánico de CCR para la rehabilitación de vías urbanas en la ciudad de Huánuco y así poder alcanzar una resistencia a la comprensión óptima y este sea un precedente que fortalezca el desarrollo en la ingeniería vial en ámbito local y regional, dando un aporte a los profesionales y autoridades, para el desarrollo y la planificación en futuros proyectos viales bajo el método del CCR.

La alternativa en estudio es el método del Concreto Compactado con Rodillo (CCR) para la rehabilitación de una vía que mediante el estudio del comportamiento mecánico y por sus beneficios tanto en durabilidad, tiempo de puesta en obra, ahorro en materiales y pronto tiempo de serviciabilidad, representa una alternativa viable.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Descripción del problema.

La implementación de tecnologías nuevas en la construcción de carreteras o métodos de rehabilitación y mantenimientos, son cada vez más necesarias como solución a las múltiples exigencias en diversos aspectos al sector vial, lo cual amerita la investigación de las mismas para poder llegar a una propuesta de solución más adecuada referente a tiempos, costos y otros.

La construcción como industria, es una de las mayores consumidoras de los recursos naturales en todo el planeta. Se estima que anualmente se extraen alrededor del todo el mundo unos 8 billones de toneladas de agregados naturales para producir 11 billones de toneladas de concreto hidráulico. (Terán Gilmore, 2008).

Por ello, es necesario poder implementar nuevos sistemas que ayuden a ahorrar energía y materias primas en la producción de nuevos materiales y técnicas de construcción que representen soluciones a las exigencias de conservación del medio ambiente.

La aparición y desarrollo de los pavimentos compactados con rodillos en carreteras o vías como una alternativa de construcción, ha involucrado su ascendente desarrollo en países que han visto su comportamiento satisfactorio como (Francia, España, Brasil, Argentina, Australia, EE.UU., Canadá, etc.)

En el Perú, aún no ha logrado expandirse la ejecución e implementación de este método de pavimentos de concreto compactado con rodillo (CCR) dentro del campo de la ingeniería civil, por la cual no se tiene suficiente información a largo plazo sobre su comportamiento, pero si se tiene mucha aceptación en varios países en los cuales se está empleando últimamente y promete seguir desarrollándose y expandiéndose.

Actualmente, los errores en la formulación, diseño, mala ejecución de los proyectos e inadecuados sistemas en la administración de las carreteras que podemos encontrar en nuestro medio, producen patologías en los pavimentos, demandando altos costos de mantenimiento, rehabilitación o cambio. La alternativa en estudio es el método del Concreto Compactado con Rodillo (CCR) para la rehabilitación de una vía que mediante el estudio del comportamiento mecánico y por sus beneficios tanto en durabilidad, tiempo de puesta en obra y pronto tiempo de serviciabilidad, representa una alternativa viable.

Al no existir ninguna normativa adecuada para conservación de vías en Huánuco, existen algunos tramos a los cuales se les da escaso mantenimiento o en el peor de los casos ningún tipo de mantenimiento por parte de las autoridades y la entidad competente, en estación lluviosa se complica la transitabilidad, ocasionando con ello caos, accidentes, deterioro de los vehículos, tráfico vehicular, entre otros.

Este método de construcción nuevo para nuestro medio, puede contribuir a la reducción de los gastos destinados para el mantenimiento y rehabilitación de las vías en mal estado en la ciudad de Huánuco y con ello solucionar los problemas antes mencionados que trae el mal estado de la vía y poder dar iniciativa a las autoridades en la construcción de nuevas vías mediante el método del concreto compactado con rodillo (CCR), por sus múltiples beneficios y poder generar una mejor calidad de vida a nuestros ciudadanos y más plazas laborales.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cuál será en porcentaje óptimo de cemento y el número de capas de compactado del concreto compactado con rodillo (CCR), recomendable para su uso en la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco - 2017?

1.2.2 Problemas específicos.

Asimismo, poder responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son las propiedades de los materiales a usarse en el concreto compactado con rodillo (CCR)?
- ¿Cuál es el diseño óptimo de mezcla del concreto compactado con rodillo (CCR) en Huánuco?
- ¿De qué manera se verá influenciado la resistencia a la compresión del CCR con la variación de los porcentajes de cemento y los números de capas de compactado hasta obtener un $F'c$ óptimo?

1.3 Objetivo general.

Determinar el porcentaje óptimo de cemento y el número de capas de compactado del concreto compactado con rodillo (CCR), recomendable para su uso en la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco - 2017

1.4 Objetivos específicos.

- Determinar las propiedades de los materiales a usarse en el Concreto Compactado con Rodillo (CCR).
- Realizar el diseño óptimo de mezcla del concreto compactado con rodillo (CCR) en Huánuco.
- Evaluar la influencia de la resistencia a la compresión del CCR con la variación de los porcentajes de cemento y los números de capas de compactado hasta obtener un $F'c$ óptimo

1.5 Justificación de la investigación.

- **Justificación social:** En vista que en la actualidad la tecnología del método del concreto compactado con rodillo (CCR) es una alternativa que se está empleando en muchas partes del mundo y que con el pasar de los años esta se está haciendo cada vez más estudiado con la finalidad de poder llegar a poseer un material más rentable y a su vez mejor, es por ello que da necesidad de conocer las características de este material en nuestro medio y su comportamiento , de tal modo poder ser propuestos para su aplicación en la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco.

El poder mejorar la calidad de vida de los habitantes, con una mejor transitabilidad, ahorro de energía y de materias primas en su producción, representa ser una solución amigable para el medio ambiente y por ende para la sociedad.

A su vez el poder afianzar al desarrollo en la ingeniería vial en la ciudad de Huánuco, brindando un aporte significativo al desarrollo en la infraestructura vial y en los profesionales proyectistas en desarrollos de proyectos viales.

- **Justificación teórica:** Es necesario analizar el comportamiento mecánico del Concreto Compactado con Rodillo (CCR), para poder definir y conceptualizar las variables intervinientes en su diseño, dosificación para obtener resistencias similares a las obtenidas con métodos convencionales mediante el uso de probetas de concreto y así proponer como alternativa para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huánuco.
- **Justificación práctica:** Desde el punto de vista práctico, se justifica la investigación al ser necesario un plan de mejoramiento o rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huánuco.

- **Justificación técnica:** Este método incluido en la línea de investigación cuya área es la ingeniería vial, representa una alternativa con una mayor ventaja, respecto a los métodos convencionales de pavimentación en nuestro medio, partiendo desde el diseño, dosificación y el colocado. En esta técnica es necesario adicionar materiales para poder obtener una mezcla relativamente homogénea cuyas propiedades sean las deseadas, y luego ser transportada en camiones convencionales de volteo, siendo este un método de fácil colocación y a su vez el curado del mismo con agua, emulsión asfáltica o compuesto de curado.

Con respecto al comportamiento estructural, con este método se llega a resistencias a la compresión y a la flexión a los 28 días de edad, muy similar a la resistencia de un concreto bajo el método convencional, con una posibilidad de ahorro considerable de cemento, menor costo en el proceso constructivo, una reducción en el tiempo de fraguado y mayor tiempo de vida útil.

Para la colocación y compactación del concreto, se utiliza por lo general el mismo equipo con el que construye un proyecto de terracería, pudiendo utilizar también el de colocación de concreto asfáltico, con la diferencia que no habría necesidad de realizar una inversión en una planta de concreto asfáltico en caliente, lo cual reduciría el presupuesto del proyecto.



Gráfico 1: Colocación y compactación inicial de la mezcla para el CCR.

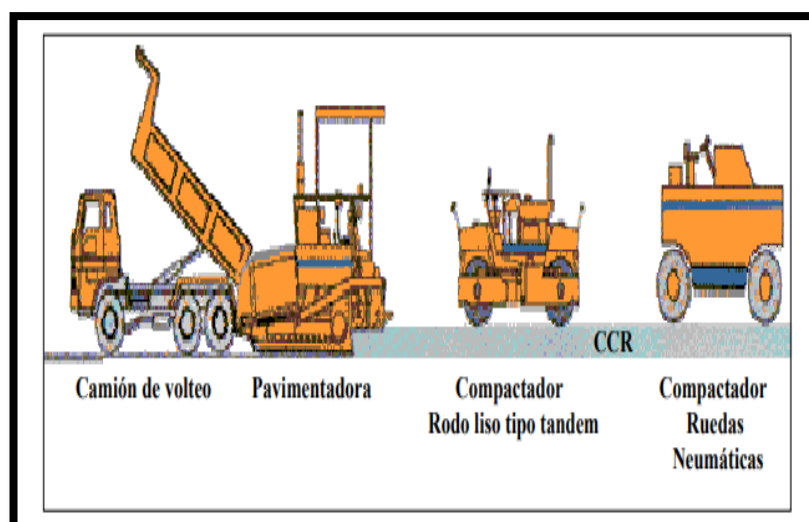


Figura 1: Tren de colocación y compactación del CCR, utilizando una maquina compactadora.

La mezcla del concreto compactado con rodillo (CCR), debe tener una consistencia lo suficientemente seca para así prevenir el hundimiento de los equipos de rodillo vibratorio, pero debe tener un contenido de humedad óptimo para así prevenir la adecuada distribución del mortero conglomerante en el concreto en el proceso del mezclado y en la operación de la compactación vibratoria.

Para el control de calidad se realizarán ensayos de humedad, para controlar la compactación por cada uno de los viajes y a su vez realizar el ensayo de densidad para garantizar el porcentaje mínimo de compactación. No se debe adicionar agua, cemento o aditivos al concreto en la obra, puesto que ello alterará el diseño.

Por lo tanto, esta investigación fortalece el desarrollo en la ingeniería vial en ámbito local y regional, dando un aporte a los profesionales y autoridades, para el desarrollo y la planificación en futuros proyectos viales bajo el método del CCR.

1.6 Limitaciones de la investigación.

- El no tener antecedentes físicos de pavimentaciones elaborados con esta metodología del concreto compactado con rodillo (CCR) en nuestro medio local y regional.

- Para este trabajo de investigación se llevará a cabo mediante el estudio de las pruebas a realizar en el laboratorio de la Universidad de Huánuco con un solo tipo de cemento que será determinado por la norma ASTM, por lo que los resultados estarán de acuerdo al tipo a emplear.
- Debido a las limitaciones de los equipos del laboratorio se tendrá que prescindir algunos ensayos, pero si se realizarán aquellos que son determinantes para poder llevar a cabo la investigación.
- Limitación económica, en el proceso de investigación para realizar los ensayos experimentales profundos generaran un presupuesto elevado.

1.7 Viabilidad de la investigación.

- **Viabilidad operativa:** Se puede tener acceso de información necesaria para la guía en el tema de investigación por diferentes medios como libros, tesis en Perú y el extranjero, artículos, etc.

Y con la solución planteada a la problemática bajo el método del CCR se espera tener la aceptación tanto de profesionales y autoridades, para el desarrollo y la planificación en futuros proyectos viales en la ciudad de Huánuco.

- **Viabilidad técnica:** Se cuenta con un profesional técnico tanto en Laboratorio para realizar los ensayos pertinentes para llevar a cabo la investigación y la asesoría de un ingeniero con la experiencia en proyectos viales, la cual dará mayor realce a este trabajo.

Se cuenta con alcances de información requerida respecto a la relación agua cemento mediante el uso de tablas del ASTM, por consiguiente, poder obtener la resistencia óptima a la compresión en kg/cm² y tomar como referencia al diseño de mezcla en base a los parámetros establecidos.

➤ **Viabilidad económica.**

La materia prima necesaria para la elaboración del concreto es accesible y relativamente económica.

Los ensayos se llevarán a cabo en el laboratorio de la Universidad de Huánuco y el financiamiento del trabajo de investigación será con los recursos propios.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEORICO.

2.1 Antecedentes de la investigación.

Desde hace muchos años se viene desarrollando la investigación experimental del Concreto Compactado con Rodillo en varios países del mundo, principalmente en Canadá, EE.UU., China y otros, debido a su bajo costo y proceso constructivo repetitivo. Su acertada aplicabilidad ha funcionado de forma idónea en el diseño y construcción de presas, tal como lo justifican (Hansen y Reinhardt, 1991).

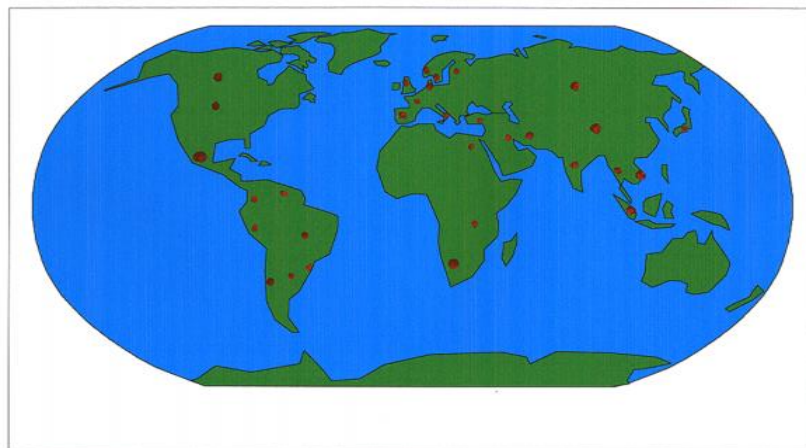


Figura 2: Principales países donde se utiliza el CCR.

(Rocha, 1994) “... Históricamente se puede decir que el primer CCR fue construido en 1893 en Bellefontaine, EEUU, en el estado de Ohio, y corresponde al más antiguo pavimento de concreto que se conoce; el CCR fue utilizado como capa inferior de un pavimento compuesto; el consumo de cemento fue bajo y la compactación realizada por compresión...”

En este trabajo de investigación se tomó en consideración como guía los estudios realizados sobre el mismo tema planteado, características entre otros del Concreto compactado con Rodillo bajo la metodología de compactación de suelos en vías y presas.

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Mendoza, C. (2008). **“Concreto compactado con rodillo con agregados calizos y andesíticos”**, (Tesis de maestría). Universidad autónoma de México. El objetivo fue identificar los materiales que se utilizan, las proporciones para su elaboración, método de diseño, elaboración de mezclas, obtención de resultados en estado fresco y endurecido (resistencia mecánica). En la tesis se concluye que el material cementante varía en un rango de 60 - 300 kg/m³, que puede ser fabricado con cualquier tipo de cemento que recomiende el ASTM C-150 y ASTM C-595, que la granulometría de los agregados debe cumplir con los estándares deseados, el agua debe estar libre de agentes dañinos para el concreto, las resistencias obtenidas a los días del CCR estuvieron en el rango de $F'c = 159 - 237 \text{ kg/cm}^2$, el CCR tiene un mayor módulo de elasticidad en comparación a los de proyectos de presas.

Alvarado, J. (2014). **“Estudio descriptivo de la tecnología del concreto compactado con rodillo y su aplicabilidad en pavimentos”**, (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada-Colombia. El objetivo fue el enunciar las características del CCR, interpretar las variaciones en las propiedades con respecto a un concreto convencional, describir el proceso constructivo y sus controles de calidad, análisis de los beneficios y limitaciones que presenta el CCR en su aplicación en pavimentos, describir los materiales, métodos y diseño en su aplicación, sugerencias de su uso en la pavimentación de las carreteras en Colombia. Alvarado concluye que el CCR aumenta considerablemente la permeabilidad, densidad, propiedades que contribuyen a la durabilidad de las estructuras; en la construcción de pavimentos sería una buena alternativa para la gestión y administración de la red primaria, secundaria y terciaria de carreteras; y finalmente la alta capacidad de soporte inicial que se le permite al pavimento ser liberado al tráfico después de su terminación, su alto volumen de producción, alta resistencia y durabilidad, alta capacidad de carga y deformación mínima de la superficie lo convierten en un material bondadoso.

Baños, Flores y Santos (2012). **“Evaluación y comparación de la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto compactado con rodillo”** (Tesis de pregrado). La Universidad de El Salvador – El Salvador. El objetivo fue evaluar y comparar la resistencia a la compresión del CCR a través de la elaboración de especímenes, la mesa vibratoria y martillo vibro compactador, establecer la calidad de los materiales, realizar el diseño de mezclas del CCR con una resistencia $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ aplicando ACI211.3 y evaluar la consistencia de la mezcla utilizando el equipo Vebe basado en la norma ASTM C1170. Baños et al (2012) concluyen que los agregados utilizados para elaborar las mezclas de concreto rodillado deben cumplir con la especificación de la ASTM C33; después de evaluar las propiedades en estado fresco y endurecido estudiadas al concreto rodillado, a la edad de 28 y 56 días, las variaciones existentes se encuentran en un rango de 1 al 10% entre ambos métodos de moldeo de especímenes de prueba cuando la mezcla presenta una consistencia seca; el martillo vibro compactador, fue el método que presentó mejores resultados en el acabado superficial, acomodo de las partículas y resistencia.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

En febrero de 1992, se ejecutó un tramo de prueba de CCR en un área de 561 m² y un espesor de 0.20 m, ubicado frente a los almacenes de Serlipa y el aeropuerto Jorge Chávez, el pavimento hasta la fecha se encuentra en servicio y presenta buenas condiciones. Los ensayos de granulometría se realizaron en la Pontificia Universidad Católica del Perú, el diseño de mezcla se realizó en el laboratorio de la empresa Copresa para una resistencia de 245 kgf/cm², el contenido de cemento fue de un promedio de 12%, una relación agua/cemento de 0.65 y un contenido de humedad del orden del 7%. Las resistencias alcanzadas fueron en promedio del orden de 300 kgf/cm² (Enrique Palomares, 1998).

Escalaya, M. (2006). **“Diseño de mezclas de Concreto Compactado con Rodillo utilizando conceptos de compactación de suelos”**. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería UNI, Lima-Perú. Su objetivo fue el realizar el diseño de mezclas del CCR con el uso de los conceptos de compactación de suelos, determinar sus ventajas y sus propiedades del CCR. Escalaya concluye que el CCR es una tecnología que provee economía, rapidez de construcción, puede ser usado en pavimentos como en presas, la filosofía de suelos proporciona al CCR la obtención de una máxima densidad, los procedimientos de ensayos son estándar tanto para el diseño y para el control de calidad, las probetas de CCR en cuatro capas con 15 segundos de compactación por capa presentaron poca avería del agregado y buena apariencia superficial, la resistencia a la compresión fue incrementando con el aumento de cemento y el tiempo similar a la de métodos convencionales, los resultados de los ensayos de resistencia fueron alentadores, presenta pérdidas permisibles ante agentes atmosféricos, los resultados de los ensayos indican que provee ser una alternativa viable, pero deberá ser confirmado en campo.

Zavaleta, E. (2017). **“Concreto Compactado con Rodillo aplicado a pavimentos utilizando métodos de compactación de suelos”** (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. El objetivo fue determinar las propiedades físico-mecánicas del concreto compactado utilizando método de compactación de suelos y que el concreto seco al ser compactado aumenta la resistencia en un 35%. Se concluye que el concreto compactado con rodillo presentó un incremento significativo de un 25.85 % a los 28 días, su resistencia a la flexión fue de 115.57 % y de tracción 37.68 respectivamente. Se logró realizar la comparativa de los incrementos de resistencia del concreto convencional y del CCR en diferentes edades, el mayor incremento en módulo de elasticidad del CCR fue de 10.76% y su peso unitario tuvo un incremento de 6.04 % respecto al de uno convencional.

2.1.3 Antecedentes locales.

No se encontró registro local en Huánuco de la aplicación de la metodología del concreto compactado con rodillo (CCR) en proyectos viales o investigaciones a fines, que pueda contribuir a la investigación realizada.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Concreto compactado con rodillo.

2.2.1.1. Definición del CCR

Podemos definir el CCR como un concreto seco, con asentamiento “cero” cero porque no es un concreto fluido, es un concreto con una disminución de agua, la calidad de los materiales son totalmente diferentes a un concreto convencional y de trabajabilidad tal que se consolida por vibración externa con rodillos vibratorios o equipos vibro compactadores, en esta técnica se mezclan tecnología de concreto y mecánica de suelos, se utilizan también equipos comunes y de amplia existencia dentro de las empresas constructoras , es decir que no se necesitan equipos especializados para realizar esta técnica.

Lo mismo para su transporte, colocación, distribución y compactación. Por eso se convierte en un material atractivo en la construcción de pavimentos con bajos contenidos de cemento. Esta mezcla debe cumplir con una humedad mínima, que evite que los equipos de colocación se hundan, pero a la vez suficiente para garantizar la uniformidad de la pasta de cemento dentro de la mezcla.

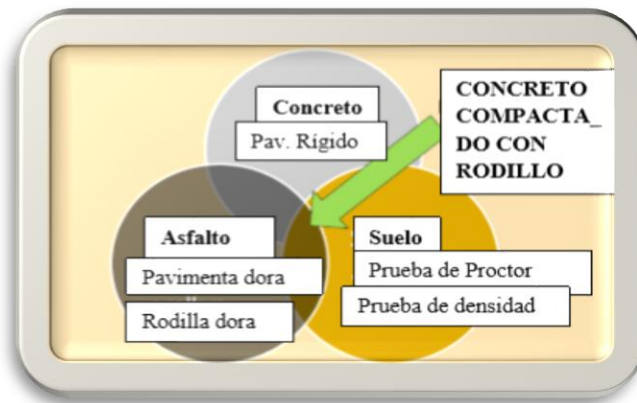


Figura 3 : Representación multifuncional del comportamiento del CCR (PCA,2010).

Básicamente se puede decir que es una mezcla homogénea, como cualquier hormigón de agregados, conglomerantes como el cemento y el agua, que se pone en obra como una grava cemento, pero sin embargo con un contenido de cemento asimilable al de un hormigón convencional, es decir, es un material híbrido entre las capas tratadas con cemento, solo cemento, grava cemento y los hormigones convencionales.

El concreto compactado con rodillo (CCR) es un producto que se diferencia a otros tipos de pavimentos básicamente por: la relación de su puesta en obra, composición, fabricación, entre otros. Cuyo método ha ido recibiendo la aceptación por parte de las constructoras en todo el mundo debido a menor costo económico de ejecución.



Gráfico 2: Colocación del CCR usando pavimentadoras asfálticas modificadas (ACI325.10, 1995(1)).

Parmigiani y Di Pance (2000), indican que el pavimento fabricado bajo la técnica del compactado con rodillo (CCR) es un concreto de características rígidas, en el cual se presenta cero asentamientos en el cono de Abrams, lo cual hace que su colocado seguido de una compactación mecánica, con la finalidad de lograr la densidad optima de los materiales con los cuáles se desarrolló el diseño de la mezcla. Donde su contenido de humedad oscila entre el 4.5% y 6.5%.

De tal manera se puede decir que el concreto compactado con rodillo (CCR), tiene una consistencia que difiere a la del concreto convencional. Y para obtener una mezcla consolidada, esta debe ser lo suficientemente seca para evitar el hundimiento de los equipos y lo suficientemente húmeda para que la distribución del material durante el mezclado y ejecución sea la adecuada.

Los concretos compactados con rodillo fundamentan su teoría en una relación de agua-cemento muy baja, con lo cual su colocación no es la de un concreto convencional, sin asentamiento en el cono de Abrams y que los agregados son de tamaño menor que los de un concreto típico. (SIECA, 2001).

“El cambio de volumen debido a la pérdida de humedad o contracción por secado es significativamente menor en el CCR que en el concreto convencional, dado su bajo contenido de agua de mezclado”, afirma el Manual Centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes (SIECA, 2001, p. 500 – 71)

2.2.1.2. Materiales que lo componen.

Los materiales básicos para la producción de CCR son los mismos utilizados para producir concreto convencional y son agua, materiales de cemento, agregado grueso y agregado fino (ACI, 1995).

CONCRETO CCR= CEMENTO + AGREGADOS + AIRE + AGUA

Tabla 1: Diferencias en la composición típica de un CCR y uno convencional (J. Merino, Cemex)

COMPOSICION TIPICA		
MATERIALES	% VOLUMEN	
	CCR	CONCRETO CONVENCIONAL
Cemento	9	10
Agua	10	15
Agregado fino	34	23
Agregado grueso	44	46
Aire	3	6
TOTAL	100	100
Volumen de la pasta	22	31
Relacion A/C	0.35	0.48

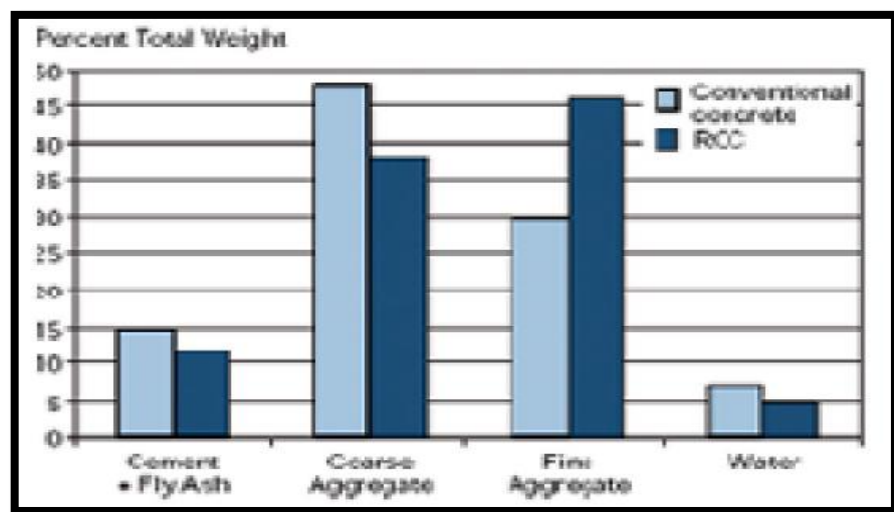


Figura 4: Comparación de los componentes del concreto convencional y el CCR (Guide for Roller)

➤ **Cemento Portland.**

Es aquel componente que permite que el concreto compactado con rodillo (CCR) pueda ganar la resistencia requerida y ello estará en función del tipo de proyecto. Los límites aplicables sobre la composición química requerida para condiciones de exposición y reactividad álcali deben seguir la práctica del concreto estándar. Una discusión detallada sobre la selección y uso de cementos hidráulicos puede ser encontrada en ACI 225R. El uso de ceniza volante y puzolanas en CCR es una medida efectiva y opcional, detallados en la guía ACI 226R (Chalco y Pacheco, 2009).



Gráfico 3: Algunas marcas de cemento más usadas en el medio local.

El porcentaje del cemento parcial es denotado por “n”, como el valor de referencia que se usa para encontrar el peso del cemento “Pc” del diseño de mezclas en laboratorio, considerando el peso de agregado fino y grueso secos “Ps” (Escalaya, 2006)

$$P_c = (n / 100) * (P_s)$$

El porcentaje de cemento Global “%C”: Es el contenido de cemento real, expresado en porcentaje, del diseño de mezclas y que considera el peso de los áridos (agregado fino y grueso seco) y el peso de cemento real obtenido en el diseño de mezclas de CCR (PCA, 2010).

$$\%C = \frac{\text{Peso de los materiales de cemento en la mezcla}}{\text{Peso de los agregados secados al horno} + \text{Peso del cemento}} \times 100$$

El rango promedio del cemento oscila entre el 10% y el 16% del peso de agregados (PCA, 2010).

Dependiendo de los materiales y el proyecto obtuvo un porcentaje óptimo de 12% para un pavimento portuario¹ (Brotman et al., 2007). Trabajos de CCR en países asiáticos como India, reportaron porcentajes de 14% para un MR (módulo de rotura) de 4.5 MPa (45.9 kgf/cm²) (Krishna Rao et al., 2014). (Chalco y Pacheco, 2009) y (Ruelas, 2010) trabajaron con un porcentaje óptimo de 15%, obtenido inicialmente por tanteos dentro de un rango de 11%, 13%, 15% y 17%.

Por un metro cubico de material, la cantidad de cemento puede variar, fundamentalmente está relacionado a la resistencia que se desee alcanzar. El consumo va desde 40 kg/m³ para revestimientos y este puede variar desde 160 a 380 kg/m³ (M. Rocha, 1994).

La selección del tipo de cemento debe considerar la economía en la obtención del mismo, si estos son para proyectos medianos o pequeños en envergadura, puede no ser de eficaz costo especificar un cemento especial de bajo calor, el cual no está disponible localmente (M. Escalaya y J. Alva).

Los requisitos de calidad del cemento están establecidos por la norma ASTM C595 Y LA NTP 334.009 (M. Jonel, 2014). Su finalidad es el de ofrecer un producto que cumpla con todos los estándares de calidad que lo establece.

Tabla 2: Requisitos de calidad del cemento.

Requisitos Fisicos	Tipos					
	I	II	V	MS	IP	ICo
Resistencia la Compresión min						
3 días	120	100	80	100	130	130
7 días	190	170	150	170	200	200
28 días	280*	280*	210	280*	250	250
Tiempo de fraguado, minutos						
Inicial, mínimo	45	45	45	45	45	45
Final, máximo	375	375	375	420	420	420
Expansión en autoclave, %	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia a los Sulfatos	—	—	0.04*	0.1	0.10*	—
% máximo de expansión			14 días	6meses	6meses	
Calor de Hidratación, máx, KJ/Kg						
7 días	—	290*	—	—	290*	—
28 días	—	—	—	—	330*	—

➤ Agregados

Los agregados pueden ser de cualquier origen, siempre y cuando estos cumplan con los requisitos que pida la norma, a su vez este va depender de las sollicitaciones de carga del pavimento. Estos constituyen un 75% del volumen de una mezcla típica de concreto.

-Calidad: La cantera debe proveer material libre de impurezas y no debe ser arcilloso o coloidal porque estas hacen que la resistencia se reduzca al final cuando interactúa con el cemento.

La calidad de un concreto radica fundamentalmente de una buena granulometría, y que de ello depende sus propiedades que se desea en el CCR, resistencia y su estabilidad volumétrica. Es por ello que los agregados ocupan un mayor volumen en el concreto. Por ello es necesario cumplir con las Normas: NPT 400.012 – ASTM C136/C33.

En las siguientes figuras se muestran las familias de curvas de desarrollo de resistencia para dos diferentes tipos de agregados, uno de buena calidad y otro de menor calidad.

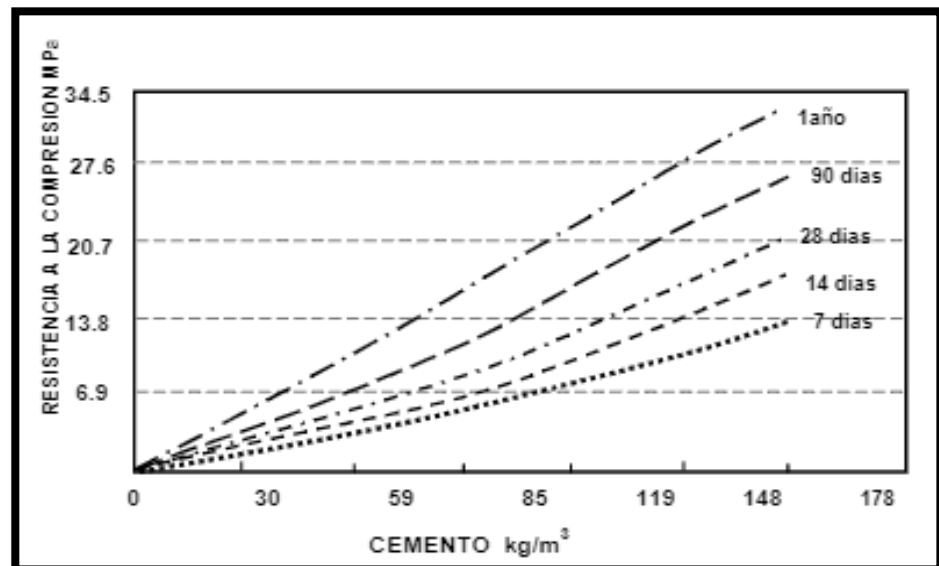


Figura 5: Curvas de resistencia del CCR que pueden ser desarrolladas con varias proporciones de cemento para agregados de buena calidad. (ACI 207.5 R-99 Ref. 1)

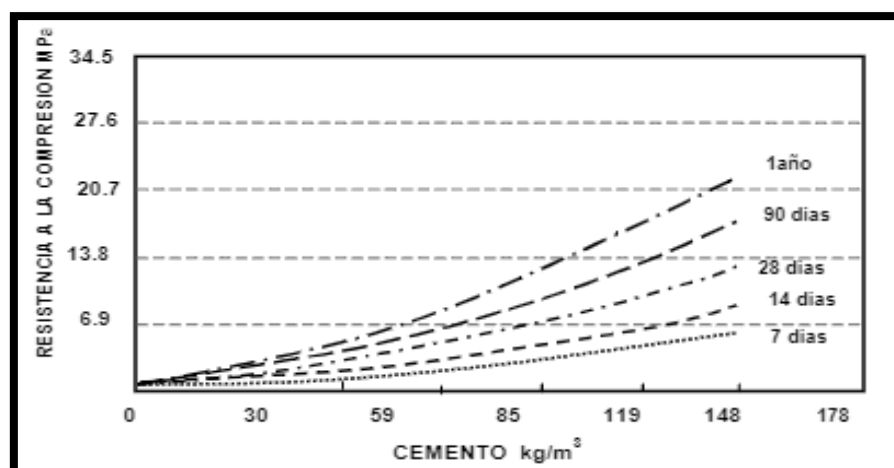


Figura 6: Curvas de resistencia del CCR que pueden ser desarrolladas con varias proporciones de cemento con agregados de menor calidad. (ACI 207.5 R-99 Ref.1)

Se puede utilizar agregados de menor calidad, siempre y cuando estos presenten desempeños satisfactorios y según el tipo de uso que se le proyecte darle como son el caso de (calles, carreteras con tráfico liviano, estacionamientos, etc.) (M. Rocha, 1994).

-Granulometría: Según sea su aplicación, el tamaño máximo del agregado total puede variar desde 14 hasta 38 mm. En España, por ejemplo, se recomienda como tamaño máximo 19 mm. y en Francia 14 o 16 mm., para reducir las probabilidades de segregación del CCR y permitir una buena terminación superficial. (M. Rocha, 1994)

Se recomienda la utilización de agregados en dos o tres grupos según tamaños, por ejemplo: separar arena, grava de 0 a 5 mm y de 5 mm al tamaño máximo; cuando se requiere que el CCR tenga una alta capacidad de soporte inicial (CBR), se incentiva el uso de grava triturada, lo que permite el tráfico inmediato sobre el pavimento después de la construcción (M. Rocha, 1994)

Se debe determinar la granulometría de los agregados(áridos) establecido el procedimiento en la Norma NTP. 400.012. El porcentaje en que intervendrán los agregados se determinarán por métodos convencionales de composición granulométricas y partirán de las especificaciones indicadas en la norma.

Según el tamaño máximo elegido de agregado, incluyendo el cemento como agregado, parte de una composición que va entre 12% y 16 % de cemento respecto al peso total de la mezcla.

-Módulo de fineza: El agregado fino todo material granular que pasa por el Tamiz (N.º 4) y consistirá de arena natural, triturada o una combinación de ambas. El módulo de fineza es representado por:

$$M.F = \frac{\sum \%retenido\ acumulado(N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

-Porcentaje: La cantidad de agregado que interviene en el volumen del concreto del CCR es determinada por la composición granulométrica, la cantidad de cemento interviniente como un agregado más, estando este en una proporción del 12% al 14%. (E. Palomares, 1998)

Tabla 3: Porcentaje que pasa (MTCVC NORMA ESPAÑOLA)

MALLA		TAMAÑO		
<i>mm</i>	<i>Pulg</i>	<i>20 mm</i>	<i>16 mm</i>	<i>MTCVC</i>
<i>25.4</i>	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>100</i>	<i>75 – 95</i>
<i>19.0</i>	<i>3/4</i>	<i>100</i>	<i>85 – 100</i>	
<i>16.0</i>	<i>5/8</i>	<i>88 – 100</i>	<i>46 – 95</i>	
<i>9.5</i>	<i>3/8</i>	<i>70 – 87</i>	<i>60 – 83</i>	<i>40 – 75</i>
<i>4.8</i>	<i>Nº 4</i>	<i>51 – 69</i>	<i>42 – 63</i>	<i>30 – 60</i>
<i>2.0</i>	<i>Nº 10</i>	<i>34 – 49</i>	<i>29 – 47</i>	<i>20 – 45</i>
<i>0.420</i>	<i>Nº 40</i>	<i>18 – 29</i>	<i>16 – 27</i>	<i>15 – 30</i>
<i>0.074</i>	<i>Nº 200</i>	<i>10 – 20</i>	<i>9 – 19</i>	<i>5 – 15</i>

➤ **Agua.**

El agua a utilizar debe estar libre de cualquier componente que sea perjudicial para la hidratación del cemento, por ello lo recomendable es la incorporación de agua potable.

La cantidad de agua en un metro cúbico de concreto compactado con rodillo varía entre el 4 y 7 % del peso total de los materiales secos, siendo necesario en la mayoría de los casos, del orden de 110 a 130 litros / m³ de material, es decir, aproximadamente 70% del agua que normalmente se utiliza para fabricar un concreto convencional más o menos 190 litros / m³ (M. Rocha, 1994).

El agua en el concreto debe cumplir con lo siguiente: reaccionar con el cemento hidratándolo, cumplir como lubricante para mejorar su trabajabilidad del concreto y generar los vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación se desarrollen.

El utilizar poca agua en un CCR, puede generar la segregación por ser muy sensible a la variación del agua, pudiendo dificultar la compactación y la terminación superficial, si se excede la cantidad de agua por el contrario puede generar inestabilidad de la mezcla en el proceso de compactación e inclusive la pérdida de resistencia mecánica.

➤ **Aditivos.**

De acuerdo a los equipos que se empleen en la confección, transporte, distribución u compactación del CCR, puede ser necesario el uso de aditivos, fundamentalmente para aumentar el tiempo de trabajo del material; las cantidades a utilizar son semejantes a las usadas en los concretos tradicionales (M. Rocha, 1994).

2.2.1.3. Análisis de las propiedades.

2.1.1.4.1. Resistencia mecánica.

La máxima resistencia mecánica del CCR se consolida totalmente con la baja relación de agua cemento y un alto grado de compactación.

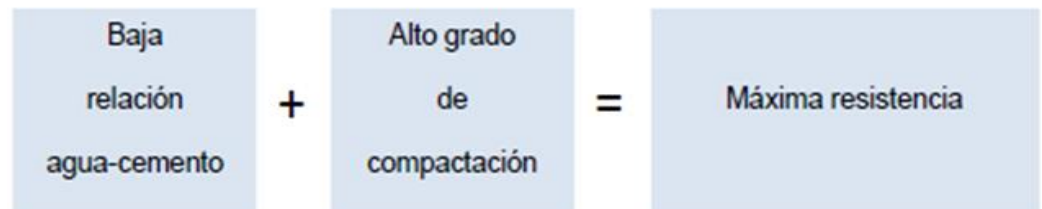


Figura 7: Componentes para determinar una máxima resistencia del CCR.

- **Resistencia a la compresión:** La mezcla de CCR con una cantidad de cemento reducida pueden alcanzar resistencias a la compresión de 50 a 150 kg/cm², las que tienen contenido del cemento medio, de 110 a 210 kg/cm² y las mezclas con una elevada cantidad de cemento alcanzarán resistencias de 175 a 315 kg/cm².
- **Resistencia a la tensión:** Es expresado como un porcentaje que tiene el concreto con respecto a la resistencia a la compresión, este 10% al 15% de la resistencia a la compresión.

2.1.1.4.2. Propiedades elásticas.

El principal factor que afecta las propiedades elásticas del concreto es de edad. Los módulos de elasticidad bajos son convenientes para disminuir la posibilidad de fisuras.

2.1.1.4.3. Propiedades térmicas.

El concreto compactado presentan menos aumento de temperatura que las mezclas normales de concreto masivo.

2.1.1.4.4. Deformación.

Tanto el concreto de CCR y el concreto convencional no deberán diferir en la capacidad de deformación cuando tienen un mismo contenido de cemento.

Capacidad de deformación por tensión: generalmente es baja por una frecuencia se usan contenidos bajos de cemento

2.1.1.4.5. Consistencia.

La apariencia superficial del concreto convencional cuyo asentamiento es medible es muy diferente al trabajado con el método del CCR.

El esfuerzo de vibración requerido en el CCR es mayor que el necesario para vibrar un concreto convencional, para consolidar este tipo de concreto se puede emplear cualquier método externo de vibración suficiente para obtener la completa compactación.

2.1.1.4.6. Segregación.

La posibilidad que tiene el concreto compactado con rodillo (CCR) de presentar segregación debido a la consistencia seca y a las actividades durante el transporte, extendido del material o el compactado.

Entre los principales problemas que se puede encontrar durante la construcción del CCR es la segregación, es por ello que se debe tener mucho cuidado con la granulometría de los agregados y su forma, para así reducir considerablemente la segregación.

2.1.1.4.7. Tiempo de puesta en obra.

El factor de madurez que tiene el CCR es debido a la composición del conglomerante y a la temperatura, estando este condicionado por ello. La resistencia del material puede perjudicarse por un fraguado prematuro, y como se sabe las operaciones en campo se realizan cuando este ya ha empezado el proceso de fraguado.

El tiempo de puesta en obra es entendido como a la facultad de poder conservar durante un cierto periodo de tiempo la aptitud para la compactación del CCR.

El papel que tiene el cemento como lubricante se pierde cuando se combina con el agua, mientras el cemento y los agregados se van rigidizando de forma gradual, el tiempo de puesta en obra es el periodo que se cuenta a partir desde que los componentes se empiezan a mezclar, en la cual durante ese tiempo aun no debe comenzar o ser muy débil el fraguado el cemento, procediendo de ese modo al extendido y la compactación del material.

2.1.1.4.8. Retracción o cambio de volumen.

El cambio de potencial del volumen es debido a la pérdida de humedad o refracción de secado, es significativamente bajo en el concreto compactado debido a su menor contenido en agua de mezclado frente a la de un concreto convencional. La superficie está sujeta a la desecación, como sucede en todos los concretos, pero también hay menos pasta en la superficie y el mayor volumen de agregados que restringe el cambio en el volumen. El principal efecto de la disminución de la humedad superficial sería la micro fisuración de la pasta alrededor de las partículas de agregados, la retracción de secado afecta de igual manera por la relación agua cemento (A/C).



Gráfico 4: Aspecto de la superficie del CCR después de su compactación.

2.1.1.4.9. Durabilidad.

La resistencia de un concreto está ligada fundamentalmente a la durabilidad que va tener cuando este va estar sometido a las variaciones de la temperatura, a los ataques químicos y debido a la erosión y al desgaste de los agregados, para el caso de meteorización del agregado, ésta influye la cantidad de aire incluido en el concreto.

La buena elección de los agregados garantizará la durabilidad del concreto compactado en lo que a meteorización se refiere.

Con la utilización de agregados con tamaños pequeños y texturas suaves se puede mejorar la resistencia contra la erosión según los estudios que se realizaron al CCR. Pero aún no se tiene estudios referidos a ataques químicos en el CCR, pero por lógica se puede concluir que este no diferiría con la del concreto convencional.

2.1.1.4.10. Permeabilidad.

La permeabilidad en una masa de concreto depende en gran medida del aire y humedad atrapada en los vacíos del agregado, como la cantidad de mezcla es suficiente para minimizar el volumen de vacíos y está será definido fundamentalmente por el grado de compactación que tenga, que lo diferencie de la permeabilidad de un concreto convencional.

2.1.1.4.11. Peso unitario.

Por lo general el peso unitario de un concreto convencional como el de pavimentos, edificaciones u otros están entre los valores de 2,140 y 2,400 kg/m³. Ese mismo peso unitario también llamado densidad del concreto va a variar en función a la cantidad y a la densidad relativa de los áridos, del aire en la masa y del contenido del agua y cemento, los mismos que serán influenciados por el máximo tamaño del agregado.

2.2.2 Material granular.

2.2.2.1. Transcendencia del material granular.

Los áridos ocupan en promedio del 65% al 70 % del volumen de la masa del concreto compactado con rodillo CCR, es por ello la importancia de la buena selección del material, ya que una mala elección de un material de mala calidad podría afectar la resistencia y así mismo la estabilidad volumétrica y su durabilidad del pavimento.

Par obtener un buen CCR es importante el realizar los ensayos que pide la norma ASTM C33 en los agregados ya que deben ser partículas durables, de buena calidad y lo más importante resistentes.

El material granular se puede clasificar en liviano, pesado, normal; por su naturaleza, en limpio y sucio; por su granulometría se puede clasificar en clasificar en agregado fino, grueso u hormigón.

Si los agregados finos presentes en el CCR no son plásticos y cubre la mayor parte de los vacíos ayuda a reducir el requerimiento de agua y mejora la compactación.

2.2.2.2. Definición del material granular.

Los agregados se definen como al conjunto de partículas que pueden ser de origen artificial o natural, las dimensiones de los áridos están fijados en la norma NTP400.010.

Antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenía directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna establece que el agregado tiene un mayor porcentaje en la partición e influencia dentro de la unidad cubica del concreto, características y sus propiedades.

2.2.2.3. Calidad de los agregados

La calidad requerida de los agregados depende de las propiedades deseadas del CCR, principalmente de su resistencia (Jorge Alva,2014). Para un CCR de alta resistencia, es necesario un agregado de alta calidad (Jorge Alva,2014). En las fases iniciales del proyecto de diseño, se requieren datos referentes a granulometría y una manera de hallar la calidad del agregado. Experiencias pasadas con la fuente del agregado provee una indicación de su calidad.

Los agregados adecuados para un CCR pueden provenir de variadas fuentes, pero se debe investigar primero el material cercano al sitio donde se ubicará el pavimento.

2.2.2.4. Propiedades de los agregados.

Ya que el agregado constituye gran cantidad del volumen del concreto, en promedio del 65% al 70%, es por ello la importancia de obtener buena durabilidad, resistencia y así mismo estar libres de la presencia de limos y de toda materia orgánica que pueda perjudicar el ligamento con la pasta de cemento.

Las canteras locales que se vaya a elegir para proveer agregados para el proyecto deben de tener piedra fina “roca”, estar limpia de partículas, no ser coloidales ni ser arcillosos, porque ello podría disminuir considerablemente la resistencia.

2.2.2.3.1. Propiedades físicas.

➤ Peso Específico

El procedimiento para la hallar en laboratorio el peso específico del agregado está establecido en la NTP 400.021 y la NTP 400.022. Se entiende como peso específico al cociente que se obtiene al dividir al peso de todas las partículas por el volumen, pero sin considerar los vacíos que existen entre las mismas.

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} = \frac{A}{V_{ag} * D_a}$$



**PESO
ESPECÍFICO
DE MASA SECA**

$$P_{esss} = \frac{B}{B - C} = \frac{B}{V_{ag} * D_a}$$

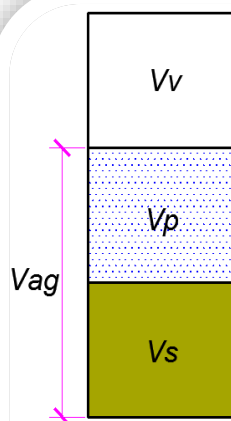


**PESO
ESPECÍFICO
SATURADO**

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C} = \frac{A}{V_s * D_a}$$



**PESO
ESPECÍFICO
APARENTE**



D_a = Densidad del agua

V_s = Volumén de los sólidos en las partículas

V_p = Volumén de poros en las partículas

V_v = Volumén de vacíos entre partículas

V_{ag} = Volumén de agregados = $V_s + V_p$

A = Peso de los sólidos

B = Peso en el aire saturado superficialmente seco

C = Peso saturado superficialmente seco sumergido

Figura 8: Distribución de volúmenes.

➤ **Porosidad**

Se define como porosidad al espacio que ocupa la materia en la partícula del agregado. Esta propiedad es muy importante e influye sobre otras del agregado, como la resistencia a la abrasión y mecánica, sobre su estabilidad química, el peso específico, la permeabilidad y la absorción (Abanto, p.11).

➤ **Peso unitario**

Se usa para poder hallar las proporciones, el procedimiento está en la NTP 400.017 y en la ASTM C29. El peso unitario se obtiene al dividir al peso de las partículas de todo el volumen más los vacíos. Es útil para transformar de peso volumen y lo contrario.

$$\text{Peso Unitario} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen total}}$$

➤ **Porcentaje de vacíos**

El porcentaje de vacíos es el resultado que se obtiene de multiplicar el cociente del peso específico por la densidad del agua menos el peso unitario compactado seco y dividido con el peso específico por la densidad del agua, todo multiplicado por cien.

Es decir, se define como la representación en porcentajes de los vacíos (espacios) y las partículas de los agregados, expresado de la siguiente manera:

$$\%vacios = \frac{(S * W - PUC)}{S * W} * 100$$

Dónde:

S = Peso específico de la masa

W = Densidad del agua

P.U.C = Peso unitario compactado seco del agregado.

➤ Humedad

Esta referido a la relación del peso del agua dividido por el peso del agregado, El agregado grueso retiene mucho menos agua que la arena, es menos variable el contenido de humedad y, por ello, presenta menor dificultad (Abanto, p.15).

Los ensayos en laboratorio lo establecen la norma ASTM C566 y la norma NTP 339.185 y expresan la humedad con la formula siguiente:

$$\%Humedad = \frac{(Peso Natural - Peso Seco)}{Peso Seco} * 100$$

Según el clima puede variar el contenido de humedad de los agregados, por lo que dicho valor debe ser evaluado con frecuencia.



Figura 9: Condiciones de humedad de los agregados.

➤ Absorción

Es la capacidad de los agregados de poder abarrotar con agua los espacios vacíos en lo profundo de las partículas, es un fenómeno producido por la capilaridad en la cual no se logra llenar por completo los poros quedando aire atrapado y están expresados por las NTP 400.021 Y LA NTP 400.022.

La importancia en esta propiedad se da puesto que ayuda al concreto a reducir el agua necesaria para la mezcla, influyendo sobre la resistencia y la trabajabilidad.

$$\%Absorción = \frac{(Peso\ SSS - Peso\ Seco)}{Peso\ Seco} * 100$$

2.2.2.3.2. Propiedades mecánicas.

➤ Resistencia:

NTP 400.016 a través de las soluciones saturadas de sulfatos de sodio o magnesio se puede determinar la resistencia del agregado.

La resistencia depende de la estructura y textura del agregado, si no están segmentados correctamente, estos tendrán menor resistencia.

Tabla 4: Durabilidad del agregado grueso.

PASA	RETIENE	IDENTIF.	ORIGINAL (%)	PESO ANTES DE ENSAYO	PESO DESPUES DE ENSAYO	% PERD. DESPUES DE ENSAYO	% PERD. CORREGIDA
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"	IV	8	1005	1004	0.09	-
1"	3/4"	D-1	25	503	488	2.98	0.75
3/4"	1/2"	17-A	34	670	620	7.46	2.53
1/2"	3/8"	20-A	20	330	303	8.18	1.64
3/8"	Nº 4	B-C	13	300	283	5.67	0.74
TOTAL							5.66

➤ **Tenacidad.**

La tenacidad está ligada directamente a la resistencia del agregado al impacto, a la textura, angularidad y relacionada directamente con la flexión (Abanto, p.11).

➤ **Dureza.**

La dureza está en función de la procedencia, su estructura y de su constitución de minerales que presente, cuando el agregado contiene sustancias contaminantes, estos pueden reducir o afectar la dureza de este.

➤ **Módulo de elasticidad.**

Esta comprendido como a la variación de los esfuerzos en relación con la deformación elástica, se puede considerar como la medida que ejerce el material a ser deformado.

2.2.2.3.3. Propiedades térmicas.

➤ **Coeficiente de expansión.**

Es la capacidad de poder cuantificar el aumento o variación en las dimensiones en el agregado, la cual está ligado a los cambios de la temperatura, de su composición y de su estructura que presente las rocas la cual varía según su tipo.

Este efecto de expansión puede causar la fisuración y dilatación del concreto. El calor intenso puede producir el deterioro físico y químico hasta llegar a descomponer los minerales del agregado produciendo nuevos compuestos químicos

➤ **Calor específico.**

Se refiere a la cantidad de calor que es necesario para poder aumentar 1 °C la temperatura. En el caso de los agregados porosos y ligeros pueden variar significativamente.

➤ **Conductividad térmica.**

Se entiende como conductividad térmica a la menor o la mayor capacidad de acarrear el calor. La porosidad del agregado influye en la variación de su rango.

➤ **Difusividad.**

Representa la velocidad con que pueden producir cambios térmicos dentro de una masa. Se expresa como la consciente de dividir la conductividad entre el producto de calor específico por la densidad.

2.2.2.4. Ensayos en las propiedades físicas de los agregados.

2.2.2.4.1. Ensayos en el agregado fino.

Las características físicas del agregado fino para el presente trabajo de investigación se llevaron a cabo en el laboratorio de la Universidad de Huánuco en función de las normas que establece el reglamento vigente.

En cada ensayo se indicará la norma concerniente, objetivo utilidad y alcance en el estudio.

➤ **Granulometría (NTP 400.012)**

El agregado fino es el material pasante por la malla N° 3/8" (NTP 9.5mm), proveniente de la desintegración natural o artificial de la roca y que cumpla con los requisitos de la norma NPT 400'012 (Enrique Palomares, 1998)

Tabla 5: Análisis granulométrico del Agregado Fino

5.- Análisis del Cribado:									
Peso hormigón natural + bandeja			2607.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			2561.00 g	
Peso hormigón seco + bandeja			2588.00 g		Peso bandeja			713.40 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)			
Pulg.	mm					HUSO: -		HUSO: AG. FINO	
						Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1/4"	6.35	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	97.0	100.0
# 04	4.75	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	95.0	100.0
# 08	2.36	447.0	447.00	24.03	75.97	-	-	80.0	100.0
# 10	2.00	75.0	522.00	28.06	71.94	-	-	70.0	95.0
# 12	1.70	140.0	662.00	35.59	64.41	-	-	60.0	90.0
# 16	1.18	160.0	822.00	44.19	55.81	-	-	50.0	85.0
# 18	1.00	200.0	1022.00	54.95	45.05	-	-	35.0	70.0
# 30	0.60	243.0	1265.00	68.01	31.99	-	-	25.0	60.0
# 35	0.50	178.0	1443.00	77.58	22.42	-	-	17.0	50.0
# 40	0.43	110.0	1553.00	83.49	16.51	-	-	10.0	40.0
# 50	0.30	90.0	1643.00	88.33	11.67	-	-	5.0	30.0
# 60	0.25	100.0	1743.00	93.71	6.29	-	-	2.0	20.0
# 100	0.15	59.0	1802.00	98.88	3.12	-	-	0.0	10.0
# 200	0.075	32.0	1834.00	98.80	1.40	-	-	0.0	0.0
Cazoleta	-	18.0	1860.00	100.0	0.0				
<# 200 lav.	-	26.00 g							
TOTAL:		1860.00	Error mecánico < 3 % +/-		-0.24 %				

➤ **Peso específico. (NTP 400.022)**

Se entiende como peso específico al cociente que se obtiene al dividir al peso de todas las partículas por el volumen, pero sin considerar los vacíos que existen entre las mismas.

El agua va a influir en la resistencia y en las otras propiedades en el concreto. Si el agregado se encuentra seco en la superficie y saturado no va a poder absorber agua de la mezcla, pero si está parcialmente seco o mojado, modificaría la cantidad de agua del diseño.

En función de las condiciones de saturación la norma distingue de tres maneras diferentes: peso específico (Pe), peso específico aparente (Pa) y peso específico saturado con superficie seca (Psss).

Tabla 6: Ensayo para determinar el peso específico del Agregado Fino

4.- Datos de muestreo:					
Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				
5.- Análisis:					
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03		
Masa saturado superficialmente seco, (S).	528.00 g	550.00 g	522.00 g		
Masa picnómetro + agua (B):	725.10 g	725.10 g	725.10 g		
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C):	1033.90 g	1052.90 g	1027.90 g		
Masa seco del material al horno, (A).	508.80 g	529.80 g	502.80 g		
Estado seco (OD):	2.32	2.38	2.29		
Estado saturado (SSD):	2.41	2.48	2.38		
% Humedad absorbido (% w):	3.77 %	3.81 %	3.82 %		
6.- Resultados:					
Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).		Densidad de masa (Densidad).		% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.33		2324.18 Kg/m³		3.80 %
Estado saturado (SSD):	2.42		2414 kg/m³		

➤ **Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017).**

Es la relación del peso de la partícula y su volumen total incluyendo los vacíos. Se usa para estimar las proporciones en el diseño de mezcla.

Tabla 7: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del AF.

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12414.17 g.	12400.27 g.	12395.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), varillado.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso del agregado suelto + recipiente.	11779.27 g.	11797.27 g.	11797.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), suelto.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7073.27 g.	7073.27 g.	7073.27 g.
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1644.72 Kg/m³	1640.44 Kg/m³	1638.90 Kg/m³
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1449.20 Kg/m³	1454.75 Kg/m³	1454.75 Kg/m³

6.- Resultados:

Promedio del peso
volumétrica varillado:

1641.00 Kg/m³

Promedio del peso
volumétrica suelto:

1453.00 Kg/m³

Gráfico: Densidad volumétrica y N° de control

N° de control	Densidad Varillado (kg/cm³)	Densidad Suelto (kg/cm³)
1	1644.72	1449.20
2	1640.44	1454.75
3	1638.90	1454.75

➤ **Porcentaje de absorción y humedad.**

Absorción: Es la capacidad de los agregados de poder abarrotar con agua los espacios vacíos en lo profundo de las partículas, es un fenómeno producido por la capilaridad en la cual no se logra llenar por completo los poros quedando aire atrapado.

Tabla 8: Ensayo de densidad relativa del AF.

5.- Análisis:			
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa saturado superficialmente seco, (S).	528.00 g	550.00 g	522.00 g
Masa picnómetro + agua (B):	725.10 g	725.10 g	725.10 g
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C):	1033.90 g	1052.90 g	1027.90 g
Masa seco del material al horno, (A).	508.80 g	529.80 g	502.80 g
Estado seco (OD):	2.32	2.38	2.29
Estado saturado (SSD):	2.41	2.48	2.38
% Humedad absorbido (% w):	3.77 %	3.81 %	3.82 %
6.- Resultados:			
Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.33	2324.18 Kg/m ³	3.80 %
Estado saturado (SSD):	2.42	2414 Kg/m ³	

Humedad: Está referido a la cantidad de partículas de agua que es retenido en el agregado, ello debe ser incluido en el diseño de mezclas ya que puede modificar su diseño y ello puede llegar perjudicar la resistencia y trabajabilidad deseada.

Tabla 9: Ensayo del Contenido de Humedad del AF.

5.- Analisis:			
Nº ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	97.74 g	106.85 g	106.91 g
Peso agregado natural seco + bandeja	96.06 g	104.94 g	104.75 g
Peso bandeja	22.73 g	22.94 g	17.43 g
Peso agregado húmedo	75.0 g	83.9 g	89.5 g
Peso agregado seco	73.3 g	82.0 g	87.3 g
Peso del agua	1.7 g	1.9 g	2.2 g
% Contenido de humedad	2.29 %	2.33 %	2.47 %
6.- Resultados:			
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.36 %		
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	1.9 gr.		
	1.9 cm ³		

➤ **Material fino que pasa por la malla N° 200.**

Se refiere al agregado grueso o mezclado con la arena (limos y arcillas). Afecta la adherencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia, se acostumbra a limitarlos entre 3% a 7% (Enrique Palomares, 1998).

2.2.2.4.2. Ensayos en el agregado grueso.

Las características físicas del agregado grueso para el presente trabajo de investigación se llevaron a cabo en el laboratorio de la Universidad de Huánuco en función de las normas que establece el reglamento vigente.

En cada ensayo se indicará la norma concerniente, objetivo utilidad y alcance en el estudio.

➤ **Granulometría (NTP 400.012)**

Es el material retenido en la malla N° 4 (tamiz NTP 4.75 mm), proveniente de la desintegración natural o artificial de la roca y que cumpla con los requisitos de la norma NPT 400'012 (Enrique Palomares, 1998)

El análisis granulométrico está referido a la cantidad en porcentajes de las partículas gruesas, el procedimiento es el tamizado. Conocida la composición granulométrica del material, los valores se representan gráficamente en un sistema de coordenada semi logarítmicas, donde se puede apreciar la distribución acumulada.

Dichos datos nos servirán para poder hallar mezclas con una mayor compacidad y puede producir un compactado más denso. Los conceptos de tamaño máximo y tamaño nominal máximo definen la granulometría de los agregados (Deivy Diaz, 2017)

Tamaño máximo: Corresponde a la malla más pequeña por la cual pasa todo el agregado y se utiliza para extraer el agregado de acuerdo a la geometría de los encofrados y el refuerzo de acero.

Tamaño nominal máximo: Esta referido al primer retenido en la malla con menor tamaño.

Módulo de fineza: Es la suma de todo el material retenido acumulado por las mallas de 3", 1.5", $\frac{3}{4}$ ", 3/8", nros. 4,8,16,50 y 100 todo ello dividido entre 100.

Tabla 10: Análisis granulométrico del AG.

5.- Analisis del Cribado:									
Peso hormigón natural + bandeja			2837.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			2798.30 g	
Peso hormigón seco + bandeja			2805.00 g		Peso bandeja			702.30 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)			
Pulg.	mm					HUSO: 4 5 7		HUSO: -	
						Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	95.0	100.0	-	-
1"	25.00	241.0	241.00	11.46	88.54	65.0	85.0	-	-
3/4"	19.00	397.0	638.00	30.33	69.67	35.0	70.0	-	-
1/2"	12.50	449.0	1087.00	51.67	48.33	22.0	50.0	-	-
3/8"	9.50	358.0	1445.00	68.69	31.31	10.0	30.0	-	-
1/4"	6.35	415.0	1860.00	88.42	11.58	5.0	17.0	-	-
# 04	4.75	237.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	5.0	-	-
# 08	2.36	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 10	2.00	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 12	1.70	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 16	1.18	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 18	1.00	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 30	0.60	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 35	0.50	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 40	0.43	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 50	0.30	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 60	0.25	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 100	0.15	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 200	0.075	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	0.0	2103.70	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	6.70 g							
TOTAL:		2103.70	Error mecánico < 3 % +/-		-0.05 %				

➤ **Peso específico de masa. (NTP 400.022)**

El procedimiento para la hallar en laboratorio el peso específico del agregado está normado en la NTP 400.021 y la NTP 400.022. Se entiende como peso específico al cociente que se obtiene al dividir al peso de todas las partículas por el volumen, pero sin considerar los vacíos que existen entre las mismas.

Indican buen comportamiento cuando se tiene valores elevados, mientras que valores bajos materiales débiles y absorbentes.

El agua va influir en la resistencia y en las otras propiedades en el concreto. Si el agregado se encuentra seco en la superficie y saturado no va poder absorber agua de la mezcla, pero si está parcialmente seco o mojado, modificaría la cantidad de agua del diseño.

En función de las condiciones de saturación la norma distingue de tres maneras diferentes: peso específico (Pe), peso específico aparente (Pa) y peso específico saturado con superficie seca (Psss).

Tabla 11: Ensayo para determinar el peso específico

4.- Datos de muestreo:					
Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas Geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:			
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido), (C).	1398.10 g	1413.10 g	1407.10 g
Masa saturado superficialmente seco del agregado, (B).	2366.50 g	2383.50 g	2375.50 g
Masa seco del agregado al horno, (A).	2294.90 g	2310.90 g	2303.90 g
Estado seco del agregado (OD):	2.37	2.38	2.38
Estado saturado del agregado (SSD):	2.44	2.46	2.45
Humedad absorbido por el agregado (% w):	3.12 %	3.14 %	3.11 %

6.- Resultados:			
Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco del agregado para concreto (OD):	2.38	2374.05 Kg/m³	3.12 %
Estado saturado del agregado para concreto (SSD):	2.45	2444 Kg/m³	

➤ **Peso unitario suelto y compactado. (NTP 400.017)**

Es la relación del peso de la partícula y su volumen total incluyendo los vacíos. Se usa para estimar las proporciones en el diseño de mezcla.

Tabla 12: Ensayo de peso unitario suelto y compactado del AG

5.- Análisis:			
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12475.17 g.	12476.27 g.	12479.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), varillado.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso del agregado suelto + recipiente.	11903.27 g.	11911.27 g.	11851.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), suelto.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7073.27 g.	7073.27 g.	7073.27 g.
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1663.51 Kg/m³	1663.84 Kg/m³	1664.77 Kg/m³
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1487.39 Kg/m³	1489.85 Kg/m³	1471.38 Kg/m³

6.- Resultados:	
Promedio del peso volumétrica varillado:	1664.00 Kg/m³
Promedio del peso volumétrica suelto:	1483.00 Kg/m³

➤ **Porcentaje de absorción y humedad. (NTP 400.021)**

Absorción: Es la capacidad de los agregados de poder abarrotar con agua los espacios vacíos en lo profundo de las partículas, es un fenómeno producido por la capilaridad en la cual no se logra llenar por completo los poros quedando aire atrapado y están expresados por las NTP 400.021 Y LA NTP 400.022.

La muestra debe ser sumergida en agua y la cantidad de agua que absorbe por los poros se expresa en porcentaje, los poros no se llenan en su totalidad debido a que por capilaridad el agua asciende, quedando vacíos en el agregado.

Tabla 13: Ensayo de densidad relativa en el agregado grueso

5.- Análisis:			
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido), (C).	1398.10 g	1413.10 g	1407.10 g
Masa saturado superficialmente seco del agregado, (B).	2366.50 g	2383.50 g	2375.50 g
Masa seco del agregado al horno, (A).	2294.90 g	2310.90 g	2303.90 g
Estado seco del agregado (OD):	2.37	2.38	2.38
Estado saturado del agregado (SSD):	2.44	2.46	2.45
Humedad absorbido por el agregado (% w):	3.12 %	3.14 %	3.11 %
6.- Resultados:			
Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco del agregado para concreto (OD):	2.38	2374.05 Kg/m ³	3.12 %
Estado saturado del agregado para concreto (SSD):	2.45	2444 Kg/m ³	

Humedad: Está referido a la cantidad de partículas de agua que es retenido en el agregado, ello debe ser incluido en el diseño de mezclas ya que puede modificar su diseño y ello puede llegar perjudicar la resistencia y trabajabilidad deseada.

Tabla 14: Ensayo del Contenido de Humedad en el AG

5.- Análisis:			
Nº ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	212.13 g	222.29 g	222.27 g
Peso agregado natural seco + bandeja	209.36 g	219.32 g	219.13 g
Peso bandeja	38.11 g	37.99 g	33.61 g
Peso agregado húmedo	174.0 g	184.3 g	188.7 g
Peso agregado seco	171.3 g	181.3 g	185.5 g
Peso del agua	2.8 g	3.0 g	3.1 g
% Contenido de humedad	1.62 %	1.64 %	1.69 %
6.- Resultados:			
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.65 %		
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	3.0 gr.		
	3.0 cm ³		

➤ **Perdida de abrasión (ensayo de los Ángeles). (NTP 400.020)**

Mediante el proceso de frotamiento y desgaste se obtiene la resistencia al desgaste del agregado, para ello se emplea una carga abrasiva. Para las mezclas que será empleadas en pavimentos es importante.

Tabla 15: Ensayo de desgaste de gravas.

5.- Análisis:									
Pesos iniciales					Pesos finales				
Cribas		P _{i(k)}	Parcial %	Acum. %	Cribas		P _{f(k)}	Parcial %	Acum. %
1.1/2"	38.10 mm	0.00	-	0.00	1.1/2"	38.10 mm	0.00	-	0.00
1"	25.00 mm	1255.00	25.0	25.05	1"	25.00 mm	350.00	6.99	6.99
3/4"	19.00 mm	1253.00	25.0	50.06	3/4"	19.00 mm	257.00	5.13	12.12
1/2"	12.50 mm	1252.00	25.0	75.05	1/2"	12.50 mm	310.00	6.19	18.30
3/8"	9.50 mm	1250.00	25.0	100.00	3/8"	9.50 mm	211.00	4.21	22.51
1/4"	6.30 mm	0.00	0.0	100.00	1/4"	6.30 mm	0.00	-	22.51
Nº 04	4.75 mm	0.00	0.0	100.00	Nº 04	4.75 mm	0.00	-	22.51
Nº 08	2.36 mm	0.00	0.0	100.00	Nº 08	2.36 mm	0.00	-	22.51
Nº 12	1.70 mm			100.00	Nº 12	1.70 mm	2606.00	52.02	74.53
% del Peso inicial:		5,010.00	100.00 %		% del Peso final:		3,734.00	74.53 %	

6.- Resultados:	Desgaste de los Agregados:	25 %
-----------------	----------------------------	------

El agregado es sometido a deterioro y desgaste, este debe ser fuerte y duro a la vez, es decir resistir a la degradación, desintegración y a la trituration durante el proceso de ejecución y compactado del concreto. Si los agregados no presentan estas características pueden llegar a provocar una falla estructural y reducir la resistencia al deslizamiento. Adicional a eso provocar exceso de polvo y ello generar un problema ambiental.

La prueba que se usa para determinar dicha resistencia que tiene el agregado al desgaste es el ensayo de abrasión de los ángeles en la que se ingresa a un tambor de acero, dentro del cilindro una plancha va levantando las partículas y las deja caer, generando impacto, dicha acción genera pulverización y abrasión hasta que se recoja en la plancha un porcentaje de la muestra, es tamizada y se mide la gradación (Moscoso y Tunque, 2013).



Gráfico 5: Maquina de abrasión de los ángeles.

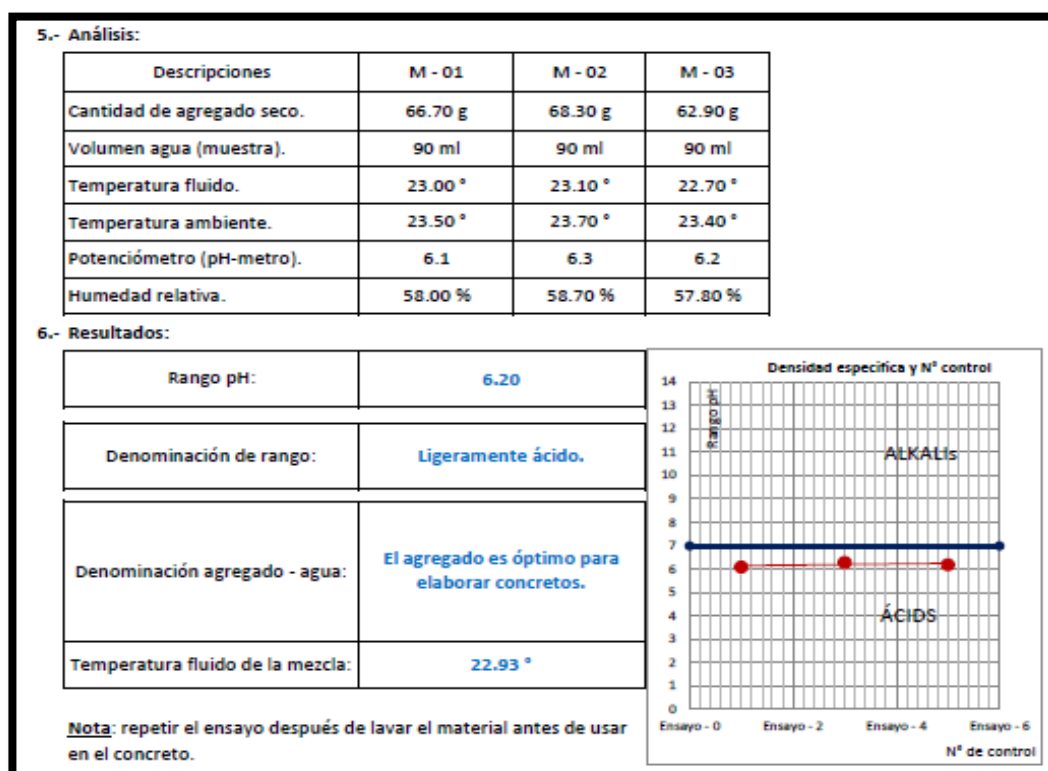
➤ **Durabilidad de los agregados. (NTP 400.016)**

La resistencia de un concreto está ligada fundamentalmente a la durabilidad que va a tener cuando este va estar sometido a las variaciones de la temperatura, a los ataques químicos y debido a la erosión y al desgaste de los agregados, para el caso de meteorización del agregado, ésta influye la cantidad de aire incluido en el concreto.

➤ **Ph del agregado (NTP 339.176)**

El objetivo es determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales que están suspendidos en los agregados para el concreto.

Gráfico 6: Ensayo del Ph del Agregado



2.2.2.5. Tamaño máximo.

El agregado grueso no debe ser mayor a 1" o ser igual, ser similar al de las mezclas asfálticas, si se utilizan agregados con tamaños mayores a lo recomendado podría causar segregación.

El control adecuado para un buen procesamiento y empleo del agregado es a través del zarandeo, cuyo propósito es separar las partículas de

diferente tamaño.

El contenido de los finos está en proporción de un 5% al 15%, una mayor cantidad de finos podría dar como resultado una mala compactación.

Tabla 16: Porcentaje que pasa (límites granulométricos)

MALLA		TAMAÑO		
mm	Pulg	20 mm	16 mm	MTCVC
25.4	1	-	100	75 – 95
19.0	3/4	100	85 – 100	
16.0	5/8	88 – 100	46 – 95	
9.5	3/8	70 – 87	60 – 83	40 – 75
4.8	Nº 4	51 – 69	42 – 63	30 – 60
2.0	Nº 10	34 – 49	29 – 47	20 – 45
0.420	Nº 40	18 – 29	16 – 27	15 – 30
0.074	Nº 200	10 – 20	9 – 19	5 – 15

En la siguiente figura se puede visualizar una faja granulométrica que fue propuesta por Choi y Groom en el 2001, estos se dan por lo general para proyectos pequeños o medianos. El tamaño máximo propuesto es de 1.5" para poder reducir los riesgos de la presencia de segregación en el mezclado, el transporte y en el extendido del material del concreto compactado con rodillo CCR. Para obtener un buen compactado es necesario la incorporación de un 5% al 15%.

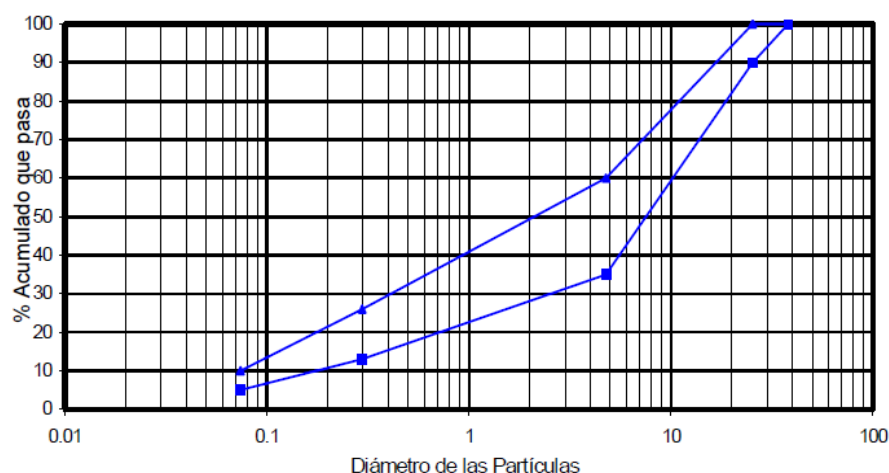


Figura 10: Faja granulométrica propuesta por Choi y Groom (2001)

2.2.3 Método de diseño de Mezcla del CCR utilizando conceptos de compactación de suelos.

2.2.3.1. Filosofía de diseño.

Los fundamentos para determinar la cantidad de cemento que se va a incluir en la mezcla está dada hace más de 50 años usando los principios de compactación de suelos, pero para esta investigación se determinará con 10 %, 12% y 14% de cemento a 3 y 4 capas, luego se hará el análisis respectivo.

Este método comienza con los ensayos de granulometría a los agregados, contenidos de material cementante y se deberá comparar dichos resultados una vez determinado el contenido del agua (J. Alva, p.7).

La humedad optima se determinará usando la compactación con un apisonador (Proctor modificado), el martillo tendrá un peso de 4.5 kg que se deberá dejar caer a una altura promedio de 45 cm.

2.2.3.2. Teoría de compactación y criterios adoptados en la investigación.

Sus principios se dan a inicios de 1930, donde su objetivo es determinar a través de un esfuerzo de compactación se logre un contenido de humedad óptimo. Cuando se incrementa la compactación se obtiene una máxima densidad seca y un contenido de humedad menor (L. Shuan, 2004).

La densidad seca se comprende como el peso de todos los sólidos por unidad de volumen del material sin considerar el agua (L. Shuan, 2004).

$$Pd = \frac{Pw}{1 + w}$$

Donde:

Pd = Densidad Seca (Kg/m^3)

Pw = Densidad Húmeda (Kg/m^3)

W = Contenido de la humedad de la mezcla total, expresado como decimal.

2.2.3.3. Factores que influyen en el diseño

- Tipo de suelo.
- Distribución granulométrica.
- Forma de las partículas.
- Energía de compactación.
- Contenido de humedad.

2.2.3.4. Energía de compactación

En laboratorio se define como:

$$Ec = \frac{N * n * W * H}{V}$$

Dónde:

Ec = energía de compactación, depende del tipo de ensayo

N = número de golpes por capa

n = número de capas

W = peso del pisón

H = altura de calidad del pisón

V = volumen del suelo compactado

2.2.4 Principales diferencias con un concreto convencional

- **Agregados:** Tamaño máximo nominal $> 2"$. Contenido de finos pasa malla #200 (4 – 10%)
- **Cemento:** Uso frecuente de bajas cuantías (60 – 150 kg/m³).
- **Agua:** Dosificada sin tener en cuenta la ley de Abrams.
- **Adiciones:** Porcentajes mayores al 45% del total del material cementante.

2.2.5 Proceso Constructivo del CCR

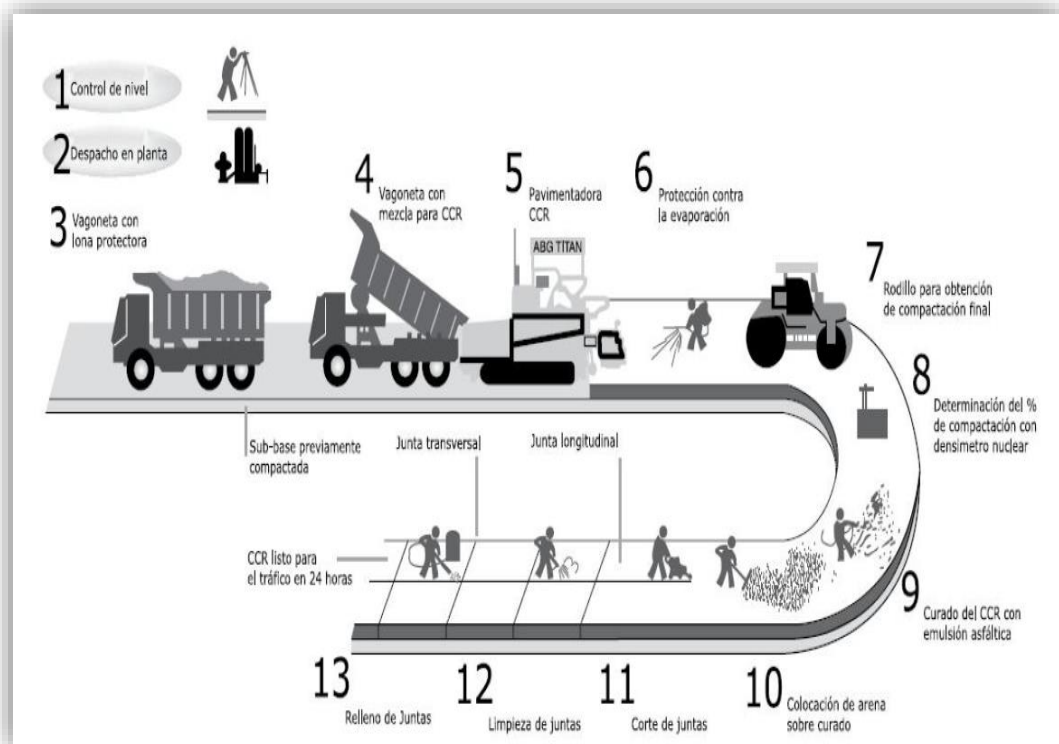


Figura 11: Esquema Grafico del Procedimiento Constructivo del CCR.

2.2.4.1. Preparación de la subrasante – base.

Los principios involucrados para elaborar la sub-base del CCR son los mismos utilizados en los pavimentos convencionales de concreto. Su función es la de proporcionar suficiente soporte para permitir la compactación del concreto (Karen Moscoso,2013).

La superficie debe ser humedecida antes que el concreto sea colocado para ayudar a prevenir que la humedad sea absorbida por el concreto, esto es especialmente importante para aquellas mezclas con consistencias muy secas como el del CCR.

Se utiliza líneas de guía para la pavimentadora al costado de la vía, cuyo fin es colocar la altura adecuada de la capa de concreto y también alinear la pavimentadora.

2.2.4.2. Mezclado del concreto y producción

Normalmente el hormigón es amasado en una central, es importante disponer de plantas amasadoras de capacidades de producción dimensionada de acuerdo con el ritmo de extendido recomendable $> 50 \text{ m}^3/\text{h}$, plantas móviles para proyectos grandes permiten producir de 100 a $250 \text{ m}^3/\text{h}$.



Gráfico 7: *Planta de mezclado continuo del CCR (Mixing Plant)*

Se ha comprobado que la dosificación por peso resulta más eficiente, ya que asegura una mezcla uniforme de los agregados, el cemento y el agua (Cesar Carrillo, 2003). En cambio, cuando se dosifica por volumen, está comprobado que las variaciones que se producen son bastantes importantes.

El control de humedad para asegurar homogeneidad y regularidad en la humedad, tanto en planta como en obra. Se puede emplear aditivos retardantes si es necesario, cuando las distancias de transporte de fabricación del concreto lo ameriten se utilizará aditivos retardantes para poder conservar la humedad óptima.

Trasporte en camiones donde la distancia no debería ser mayor a 80 km.

El equipo de mezclado más frecuente para la construcción del CCR son los siguientes:

- **Continuas:** generalmente son usadas en concretos con consistencias muy secas, este equipo de mezclado tiene ejes horizontales que giran dentro de un tambor con aspas que revuelven la mezcla del concreto. Por lo general son portátiles cuyo desmontaje se da en 4 horas aproximadamente.



Gráfico 8: Planta de mezclado continua con cámara de mezclado (PCA, 2010)

- **Estacionarias convencionales o discontinuas:** Son usadas para lograr una mejor homogeneidad del concreto, se da cuando la distancia a la obra es corta. El tiempo de mezclado y de descarga son mayores en comparación de los otros equipos.



Gráfico 9: Plantas continuas de mezclado con tambores mezcladores inclinados (PCA, 2010)

- **Camiones mezcladores (mixer):** Su uso se recomienda cuando los agregados son limpios y con contenido mínimo de finos puesto a que se aglutinan haciendo difícil el mezclado puesto que según el diseño del CCR este tiene poca cantidad de agua. Dicho proceso debe estar bajo estricto control de ejecución.



Gráfico 10: Camión mixer hormigonero para mezclado del concreto del CCR.

2.2.4.3. Transporte

La distancia de transporte debe también considerarse en lo que representa como consumo de parte del “tiempo de trabajo”.

El transporte entre la planta y la obra deberá ser lo más rápido posible, empleando medios que impidan la segregación, pérdida de agua o contaminación de la mezcla. Si el transporte se da en camiones volquetes (tolvas), se deberá tomar muestras continuamente para poder corregir el contenido de humedad de ser necesario.

Los camiones volquetes (tolvas) de 5 a 12 m³ de capacidad son los más adecuados para poder transportar el material del CCR para poder evitar la segregación. Cuando las distancias sean largas es recomendable proteger con toldos para evitar que la lluvia, calor o el viento dañen el concreto.



Gráfico 11: Colocación del concreto de la central en el camión para su transporte a obra. (ASOCEN).

Para evitar al máximo la segregación, la carga del medio de transporte, ya sea camiones volquete o mezcladoras, se efectuará con una altura de caída lo más pequeña posible. En cuanto al suministro del material, este se debe de determinar de acuerdo con el ritmo de colocación del CCR a fin de evitar pérdidas económicas en el proyecto.

De ser necesario de deberán hacer las correcciones del contenido del agua continuamente en el caso de que varié durante su traslado por ser el CCR un material muy sensible a dichas variaciones.

2.2.4.4. Colocación y distribución del concreto

El concreto compactado con rodillo CCR es colocado por lo general con una pavimentadora asfáltica, modificada como sea necesario para alojar la cantidad relativamente grande de material (en función al espesor de capa) que se mueve a través de la pavimentadora. (Karen Moscoso y Giancarlo Tunque, 2003)

Estas modificaciones pueden incluir ampliar las compuertas entre la tolva de alimentación y la niveladora. El ajuste de las paletas de extendido delante de la niveladora asegura que el concreto sea extendido uniformemente a través del ancho del carril del pavimento, es similar a las prácticas para pavimento asfáltico mezclado en caliente (Karen Moscoso y Giancarlo Tunque, 2003). Las pavimentadoras están típicamente equipadas con niveladoras vibratorias para proporcionar alguna compactación externa inicial.

El CCR se extiende con equipos de extendido de asfalto convencionales, existen muchos equipos a nivel nacional, el ancho de extendido puede variar de 2.5 a 12.5 metros con ritmos normales de extendido de hasta mayores a 2000 m² por jornada. Las capas son de 25 cm por lo general, pero de ser necesario se puede extender en 2 a más capas.



Gráfico 12: Colocación y distribución del concreto con equipo para mezclas asfálticas. (ASOCEM)

El concreto es usualmente colocado y compactado mientras este aún fresco y trabajable, usualmente dentro de los 45 a 90 minutos después de haber agregado el agua a la mezcla, ello va depender del clima por lo general.

El hormigón se puede extender con motoniveladora, pero existen limitantes como el tener una peor regularidad superficial, peor rasante, una densidad inicial más baja porque las maquinas empleadas en la siguiente imagen están dotadas de una regla de alta densidad y estas consiguen entorno al 90% de densidad del proctor modificado ya en el extendido dejando así menos trabajo para el rodillo y compromete menos la regularidad superficial, por lo tanto es recomendable trabajar con maquina extendedora.



Gráfico 13: Imagen 1: Extendido del material con extendedora.



Gráfico 14: Descarga y extendido del material (Praire,2014).

Los sardineles, las cunetas, y el alcantarillado han sido a menudo instalados antes y después de la colocación del CCR. Cuando son instalados antes que el CCR sea colocado, ellos proporcionan confinamiento para mejorar la compactación en los bordes del pavimento. Cuando son instalados después de que el CCR es colocado y compactado, su altura puede ser más fácilmente ajustada a la superficie del pavimento de CCR.



Gráfico 15: *Distribución del concreto con motoniveladora. (ASOCEM)*

2.2.4.5. Compactación vibratoria

Se realiza con equipos normales o convencionales de asfalto, estos equipos están al alcance de las empresas de extendido de aglomerado asfáltico.

Para conseguir que este material trabaje bien es necesario una buena compactación porque no solo basta la resistencia mecánica, para ello se utiliza rodillo liso de 10 a 12 toneladas pudiendo ser estos estáticos o vibratorios.



Gráfico 16: Compactación del concreto con rodillo liso (CEMEX)

El número de pasadas del rodillo está en función de la densidad que se quiere obtener. Es crítico conseguir una compactación que supere el 98% de la densidad máxima del proctor modificado para así obtener un pavimento durable.

Se debe controlar la humedad en la fabricación del concreto para poder conseguir la compactación requerida con el menor número de pasadas. Puesto que demasiadas pasadas podrían afectar la regularidad superficial del CCR.

Tabla 17: N° DE PASADAS RECOMENDADAS DEL EQUIPO DE COMPACTACION.

EQUIPO DE COMPACTACION	No. MINIMO DE PASADAS	ESPESOR MAXIMO (mm)
Pisón vibratorio (mínimo 400 kg)	4	150
Rodillo vibratorio sencillo		
15 kN/m	6	150
25 kN/m	6	250

Para poder conseguir una mejor terminación superficial se puede emplear rodillos neumáticos, para sellar las superficies que quedan en la superficie. Si se va a poner una capa asfáltica ya no sería necesario el pasar el equipo de rodillo neumático.

De ser el caso de haber usado el equipo con llantas neumáticas, se podrá dar una pasada o dos del rodillo liso para eliminar las huellas dejadas por el equipo de rodillo neumático.



Gráfico 17: Compactado del CCR.

2.2.4.6. Juntas

La experiencia española en relación a las juntas en el CCR, indica que estas pueden ser ejecutadas sin problemas cada 10 a 15 m, en el caso de calles con bajo volumen de tráfico. En experiencias realizadas en diferentes países sudamericanos esta longitud se ha detectado que es excesiva, variando normalmente los agrietamientos naturales del material cada 6 a 9 m de largo. (M. Rocha, 1994).

Se recomienda corte temprano poco después de realizado el extendido, preferentemente entre las 2 – 6 horas, para evitar fisuración incontrolada y rotura de bordes. La profundidad debe ser la tercera parte del espesor (4 – 6 cm) y el espaciado debe tener un máximo de 36 veces el espesor, es decir 6 metros aproximadamente.



Gráfico 18: Corte temprano de juntas (CEMEX)

El sellado con emulsión de la junta proporciona estanquedad y mayor acabado a la junta.

Las formas de ejecutar las juntas son importantes, básicamente en las juntas longitudinales es una buena práctica, sanear la junta primero, cortar el hormigón viejo o el que ya está endurecido, una vez saneado extendemos un pequeño sobreancho encima de la junta para que después en la ejecución quede perfectamente cerrada.

Lo mismo es para las juntas transversales, sanear y extender por encima del material antiguo de la junta fría para luego pasar por encima y de esta forma se obtienen acabados muy buenos y juntas muy discretas.

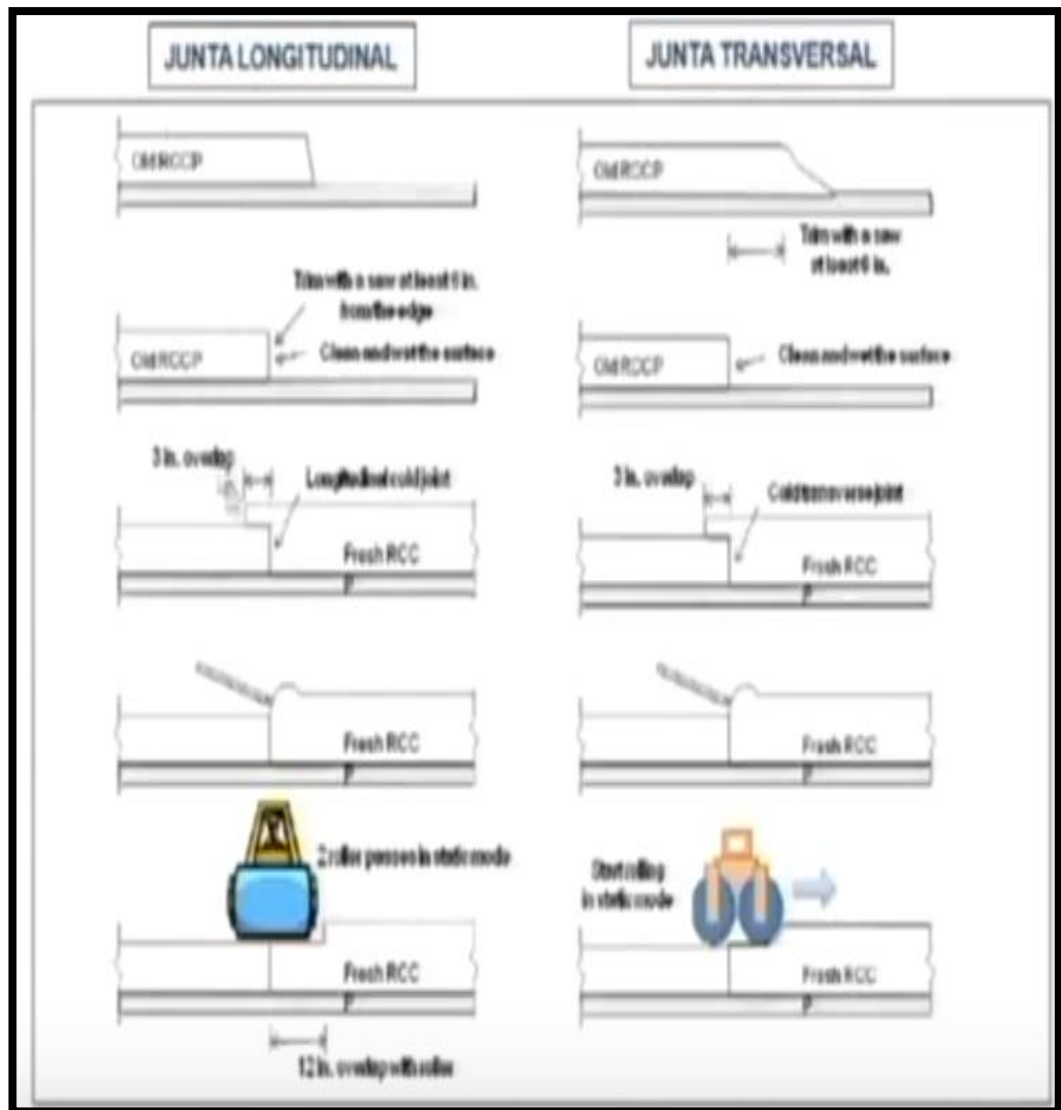


Figura 12: Ejecución de juntas frías (CEMEX)

2.2.4.7. Control de Calidad

- Medición continua de la densidad con sonda nuclear en modo de transmisión continua directa.
- Medida inicial de la densidad detrás de la extendedora y después del rodillo hasta establecer la rutina de compactación.
- La densidad- compactación es crítica para conseguir un pavimento durable y resistente

- La sonda nuclear detecta solo las variaciones de humedad por lo que es necesario controlar la humedad de fabricación mediante otros procedimientos.
- Probetas de control de resistencias preparadas con martillo neumáticos.
- Compactar las probetas hasta alcanzar al porcentaje del proctor modificado alcanzado en ejecución.
- De 3 a 4 probetas por serie, la resistencia inicial de 2 a 3 días y la final a los 28 días.
- Extraer testigos en lugares donde no se alcance la densidad proyectada.



Gráfico 19: Medidas del control de calidad del concreto compactado en estado fresco en obra (CEMEX)

2.2.4.8. Curado

Debido a que el CCR tiene un contenido de agua relativamente bajo, el curado por humedad ha sido usado para la mayoría de los proyectos. El curado beneficia al pavimento permitiendo que el CCR desarrolle la resistencia de diseño y ayude a prevenir la formación de escamas y desgrane en la superficie endurecida.

El CCR típicamente es curado por humedad por un mínimo de 7 días. Un camión cisterna equipado con una barra atomizadora es usado comúnmente para mantener la superficie húmeda el primer día, después del cual un sistema de riego por aspersión, tejido de estopa o yute húmedo o uso continuo del camión cisterna es usado para mantener la superficie húmeda por el resto del periodo de curado.



Gráfico 20: *Imprimación de la superficie del concreto con emulsión asfáltica. (ASOCEM)*

Dependiendo de las condiciones medioambientales, los camiones atomizadores de agua algunas veces han sido incapaces de proporcionar agua a una velocidad lo bastante rápida para evitar algunos secados de la superficie.

Un compuesto en forma de membrana fue usado para curar un pavimento de CCR reciente, pero esto resultó en una amplia formación de escamas y desgrane de la superficie del pavimento endurecido. Una emulsión asfáltica ha sido usada en Canadá y Europa con algún éxito en el curado del CCR, pero a menudo es, además, cubierta con un revestimiento de concreto asfáltico. Todo el tráfico vehicular excepto por los camiones atomizadores de agua son usualmente restringidos de la superficie del pavimento por un mínimo de 14 días.

Una práctica común en Europa es permitir la apertura del pavimento de CCR después de 24 horas, usualmente después de la aplicación de un concreto asfáltico o una capa de rodadura sellada con gravilla y asfalto, para proteger la superficie de la abrasión del tráfico. Esta práctica aprovecha la estabilidad del pavimento de CCR nuevo, pero los efectos de la carga anticipada en la durabilidad a largo plazo y características de fatiga del concreto son desconocidos.

Los pavimentos de CCR han sido colocados bajo condiciones de neblina con efectos muy pequeños en la textura superficial final. Sin embargo, una lluvia constante durante la compactación puede resultar en una mezcla de agua y cemento con una relación agua/cemento alto o la formación de pasta en la superficie o la erosión de los finos superficiales de la superficie fresca dejando una condición de agregado expuesto.

Prácticas de protección similares a las usadas en concreto convencional han sido sugeridas para la colocación del CCR cuando la temperatura ambiente es caliente [85°F (29.4°C) o mayores] o fría [40°F (4.4°C) o menores]. Particular atención es dada para mantener la superficie húmeda en todo momento en clima cálido, seco, o ventoso (Chalco D. & Pacheco C., 2009).



Gráfico 21: Aplicación de membrana de curado para el concreto del CCR.

2.2.6 Ventajas y desventajas

2.2.5.1. Ventajas

Una de las principales ventajas que ofrece el uso de CCR vial, es que no se necesitan equipos especiales para su construcción pudiendo emplearse máquinas usualmente utilizadas en pavimentos asfálticos. Además, las reducidas exigencias en cuanto a mano de obra y ritmos de construcción se resumen en ahorros considerables en comparación con los otros métodos constructivos.

También se debe destacar que los pavimentos de CCR de uso vial ofrecen una apretura casi inmediata al tráfico, debido a la estabilidad que presenta el material luego de la compactación, también tiene otras ventajas la cual se detallaran a continuación:

- La relación agua / cemento es relativamente baja, ello hace que se reduzca las grietas por contracción.
- Un alto rendimiento de ejecución que deriva del extendido por medios mecánicos, una correcta planificación de la ejecución permite obtener rendimientos de extendido y terminación muy altos (4- 6 veces superiores al hormigón vibrado).



Gráfico 22:: Ensayo de consistencia para el CCR con asentamiento o “slump” cero (0). (Palomares, 1998)

- El no utilizar acero de refuerzo.
- No requiere de encofrados debido a que la consistencia del concreto es seca, de slum cero.
- El requerir poca mano de obra durante el proceso constructivo, generando ello a una mejor calidad del concreto.
- El bajo costo que está por debajo del costo de un pavimento flexible, pero ello va a estar en función de la zona geográfica en la que se va desarrollar el proyecto.
- El ciclo de vida útil de un CCR es muy competitivo, su costo de mantenimiento es inferior el de cualquier otro pavimento utilizado frecuentemente, para este caso el concreto compactado con rodillo no tiene competidor. Se tiene indicadores de vida útil que va desde 30 a 50 años en experiencias en países vecinos como Brasil, Argentina, entre otros.
- el contenido de cemento es similar o inferior el de un pavimento convencional.
- Apertura temprana al tránsito vehicular, el tráfico pesado se apertura normalmente a las 48 horas, si es requerido que el proyecto se apertura a las 24 horas, se puede emplear cementos más rápidos o aditivos acelerantes.



Gráfico 23: Apertura temprana al tráfico.

- Gran capacidad de carga, pudiéndose emplear el concreto compactado con rodillo (CCR) inclusive hasta en áreas de carga pesada.
- Las características mecánicas del concreto compactado con rodillo CCR son similares a las del concreto convencional usados en pavimentos rígidos en el medio, sin embargo, el proceso constructivo es completamente diferentes.
- Durabilidad, porque llega a cumplir la función de un concreto estructural, la experiencia avala que los pavimentos de CCR bien ejecutados presentan durabilidad normal del orden de hasta 50 años, con mínimos requerimientos de mantenimiento.
- Reciclabilidad, al ser un concreto estructural por lo tanto también es reciclable, se puede emplear con áridos procedentes de residuos de hormigón,
- Empleo de materias primas recicladas, el cemento portland es un conglomerante que actualmente se fabrica mediante el empleo de combustibles alternativos a los combustibles fósiles. Es decir que está mejorando su perfil ambiental en los últimos tiempos.
- Pueden utilizarse agregados locales, los cuales constituyen el aproximadamente de 75% al 85% del volumen de la mezcla.
- Ahorro en iluminación, el hormigón tiene una mayor reflectividad que otros tipos de pavimentos. Estudios en USA cuantificaron en hasta un 30 % el ahorro en iluminación artificial asociando al empleo de pavimentos claros.



Gráfico 24: Comparación de luminosidad de un pavimento asfáltico y un CCR.

- Reducción del CO₂, el CCR absorbe co₂ durante el curso de su vida útil en una reacción opuesta a la descarbonatación para formar calcita (carbonato de calcio, CaCO₃).
- Mayor resistencia a la fatiga por flexión, un pavimento de CCR tiene mejor comportamiento a la fatiga por flexión que un concreto convencional de igual resistencia. Esto conlleva a la reducción de espesores de losa y por tanto un ahorro en el volumen del concreto utilizado.
- Ahorro de combustible, debido a que el material no presenta deflexión o es mucho menor a los de los vehículos circulando en un pavimento flexible, por este motivo existen estudios que ya cuantifican el ahorro de combustible del tráfico especialmente pesado sobre los pavimentos en función de que sean rígidos o flexibles.

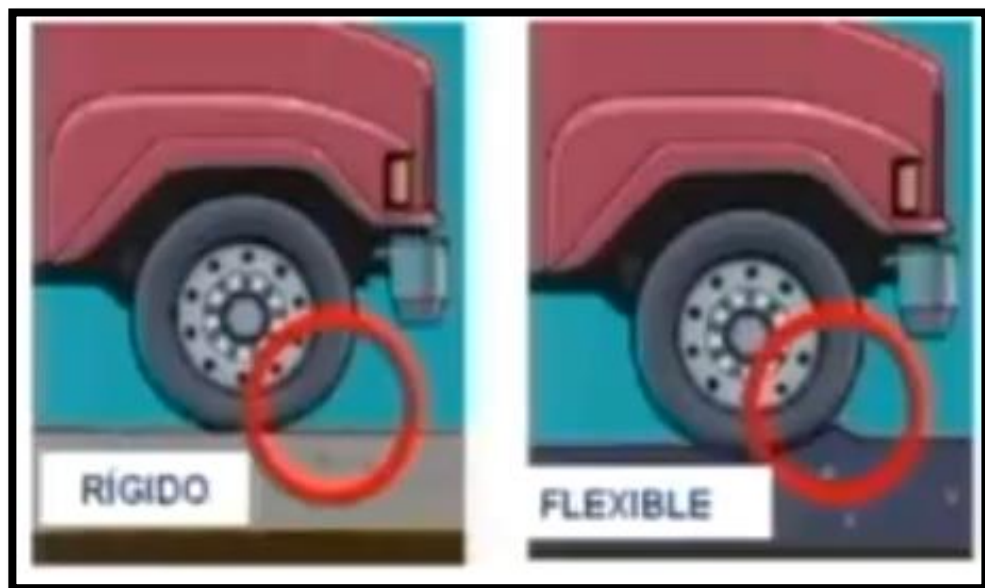


Gráfico 25: Ahorro de combustible de un vehículo en función del tipo de pavimento

2.2.5.2. Desventajas o limitaciones del uso del CCR

- Se puede presentar limitantes en el proceso, y esto debido a la capacidad de producción que se pueda tener.
- La reducción de la resistencia mecánica, la durabilidad y la trabajabilidad del concreto final, debido a una inadecuada compactación y la variación de la humedad.
- Se debe tener mayor control y cuidado en la cantidad de agua que se vierta a la mezcla ya que el concreto compactado con rodillo es muy susceptible a esta variación, en la terminación de la superficie del pavimento y en la resistencia que se debe lograr.
- Por experiencias se sabe que el uso del CCR en vías de alta velocidad no ha tenido éxito, por ello es necesario que se coloque por encima una capa de asfalto de 3 cm para obtener un buen acabado superficial y darle durabilidad al pavimento.
- Cuando el acabado del pavimento o el curado que se le dio fue deficiente, el CCR presentará desgastes superficiales a tempranas edades y si no son reparadas oportunamente, el pavimento seguirá el proceso de deterioro.

2.2.7 Propiedades mecánicas del CCR

El concreto pasa por dos etapas fundamentales que son el estado fresco y por el estado endurecido que es hasta que este quede totalmente sólido. El fin es poder asegurar una buena calidad del concreto, por ello, no solo basta con tener los materiales correctos sino también lograr la uniformidad a lo largo del producto.

Las propiedades de resistencia dependen fundamentalmente de del contenido de cemento, calidad de los áridos y el grado de compactación.

2.2.6.1. Propiedades del CCR en estado fresco.

➤ Consistencia

Es el grado de trabajabilidad que tiene la mezcla en la cual el concreto se acuña en un cono metálico. A través de la consistencia se estima el cálculo de agua que deberá contener el concreto y su tamaño máximo de los agregados.



Gráfico 26: Medición del slump en el cono de Abrams (Enrique Palomares, 1998)

Si bien es cierto se sabe que el CCR tiene por regla general un asentamiento igual a cero con la cantidad de agua que especifica su diseño de mezclas, se recomienda la utilización de proctor modificado establecido en la norma NTP 339.141 para hacer el ensayo de consistencia.



Gráfico 27: Ensayo de proctor modificado.

➤ **Peso unitario**

Es la relación del peso de la mezcla del concreto con el volumen de vacíos. En concretos convencionales el peso específico es del orden de 2300 Kg/m³ y se obtienen con agregados de peso específico del orden de 1500 a 1700 Kg/m³ (Enrique Palomares,1998).

El uso de la información del peso unitario en el concreto es significativo ya que se usa determinar cuál será la cantidad de cemento que se deberá incluir en la mezcla por 1 m³ de concreto (Enrique Palomares,1998).

Para obtener dicho dato en el laboratorio se utiliza un recipiente cilíndrico, el cual es llenado en tres capas y a cada una se le plica 25 golpes con una varilla de 5/8" de diámetro y 60cm de longitud distribuidos uniformemente (Enrique Palomares,1998).

➤ **Tiempo de fraguado**

Se refiere al tiempo que el concreto se va a demorar en que se endurezca y adquiera resistencia, este proceso se inicia cuando los materiales son vertidos en la mezcladora.

Existen 2 etapas en la que se divide este ensayo:

- 1.- Fragua inicial: Es cuando se aumenta la viscosidad y la temperatura de la mezcla.
- 2.- Fragua final: Es cuando se endurece la mezcla y adquiere resistencia.

Es propiedad se puede ver afectada por diversos factores como son una mala dosificación de la mezcla, la temperatura ambiente y humedad, la calidad del cemento y el viento.

El tiempo de fraguado se obtiene introduciendo una aguja cada cierto tiempo en el concreto que previamente se colocó en un recipiente de 6" por 6" de diámetro.

2.2.6.2. Propiedades del CCR en estado endurecido.

➤ Resistencia a la compresión

Es la máxima capacidad que el concreto de CCR para resistir esfuerzos, es una forma confiable de poder determinar en el concreto en estado endurecido.

Existen factores que pueden variar su determinación, existen 3 finalidades para determinar esta propiedad:

- 1.- Comprobar si las previsiones que se hacen al diseñar en una mezcla de CCR son adecuadas para llevar a cabo con la resistencia proyectada.
- 2.- Controlar la uniformidad de las resistencias y ajustarlas al nivel requerido durante la producción del CCR.
- 3.- Verificar la resistencia en el CCR como se encuentra en el pavimento.

La NTP 339.034 reglamentan los procedimientos y condiciones, un aspecto que tiene mucha influencia en la resistencia del CCR es el curado, puesto a que determina la hidratación del cemento y su resistencia del concreto. Otro factor que puede afectar es la mano de obra no calificada, las variaciones en su contenido de humedad, entre otros.

Las probetas son fabricadas en moldes de 6" de diámetro por 12 "de altura, y serán compactadas en capas con 56 golpes por capa, curados bajo condiciones normales de laboratorio (Enrique Palomares,1998).

$$C = (4 * P) / (\pi * D^2)$$

donde :

C	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P	Carga de rotura (Kg)
D	Diámetro de la probeta (cm)

Figura 13: Cálculo de la resistencia a la compresión. (Enrique Palomares, 1998).

➤ Resistencia a la tracción por compresión diametral

La resistencia del concreto a tensión se considera relativamente baja generalmente un 10% del F'c. para calcular dicha resistencia se usa la prueba brasileña.

La norma especifica que el procedimiento de ensayo es la NTP 339.084. La producción de las probetas es igual al procedimiento descrito en el ensayo de compresión. El ensayo consiste en apoyar horizontalmente la probeta sobre la presa y aplicarle carga sobre su eje longitudinal (Enrique Palomares, 1998).

$$T = (2 * P) / (\pi * L * D)$$

donde:

T	Tracción del elemento (Kg/cm ²)
P	Carga de rotura (Kg)
L	Longitud de la probeta (cm)
D	Diámetro de la probeta (cm)

Figura 14: Cálculo de la resistencia a la tracción (Enrique Palomares, 1998).

2.2.6.3. Factores que afectan a las propiedades del CCR.

Tabla 18: Factores que afectan las propiedades del CCR.

Propiedad	Factores que afectan las propiedades del CCR									
	C	TC	W	E	G	TA	A	Cur	Ed	TS
Resistencia a la compresión	x	x	x	x	x		x	x	x	
Resistencia a la tracción por flexión	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Módulo de elasticidad	x	x	x	x		x			x	
Deformación elástica	x			x		x			x	
Retracción por secado	x	x	x	x		x	x		x	
Durabilidad	x	x	x	x			x	x		x
Permeabilidad	x		x				x	x	x	x

Donde:

C : Consumo de cemento

TC: Tipo de cemento

W: Humedad

E: Energía de compactación o porosidad del concreto Granulometría

TA: Tipo de agregado

A: Aditivo

Cur: Curado

Ed: Edad

TS: Terminación superficial

2.2.8 Aplicaciones del CCR

A comparación de otros métodos, el CCR al ser económicamente más competitivo se considera su aplicación en las siguientes áreas:

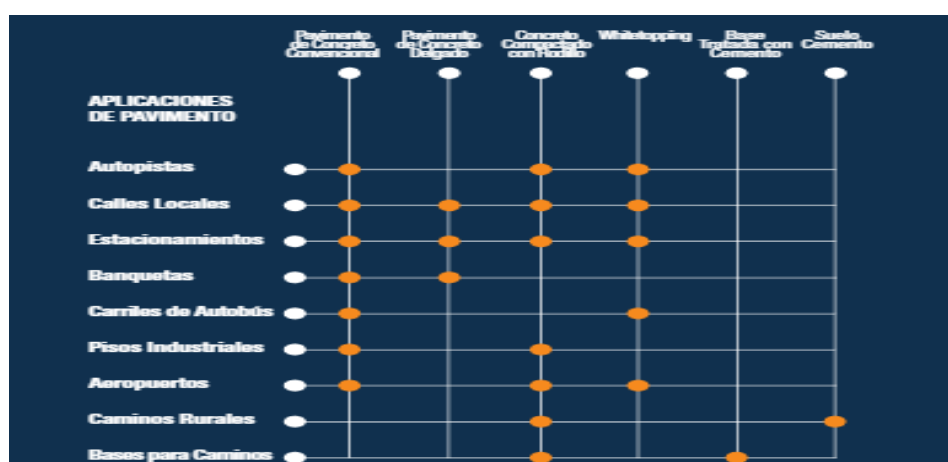


Figura 15: Soluciones de pavimentos donde destaca el CCR como aplicación en diversas áreas (CEMEX)

➤ Represas Hidroeléctricas.



Gráfico 28: Aplicación del CCR en presas (Orellana & Carrillo Vásquez, 2003)



Gráfico 29: Presa Hidroeléctrica de Porce 2 (TOXEMENT)

➤ Pavimentos



Gráfico 30: *Pavimento de CCR (Calumet Civil Contractors, Inc., 2014)*

➤ Aeropuertos

Por tener una mayor capacidad de carga, durabilidad y un bajo costo a lo largo de su ciclo de vida.



Gráfico 31: *Pavimento de CCR de un Aeropuerto Internacional en Europa.*

➤ Caminos rurales

Son óptimas para caminos con transito ligero, pero de tener alto transito se puede adicionar una capa de asfalto.



Gráfico 32: Camino rural de CCR (CEMEX)

➤ Calles o estacionamientos

Debido a la mayor resistencia en comparación con el asfalto, se convierte en una buena alternativa de solución y por su versatilidad permite diferentes enfoques de diseño con una mejor apariencia.



Gráfico 33: Calle pavimentada con CCR (CEMEX)

➤ Losas industriales

Las losas industriales tienden a soportar mayor carga lo que hace que el CCR por su alta resistencia sea una solución adecuada.



Gráfico 34: Patio de maquinarias de Industria de Cemento (Costa Rica)

➤ Carriles de autobuses

Se ven beneficiados por la alta capacidad de carga que presenta el CCR y por los bajos niveles de mantenimiento asegurando que las interrupciones del servicio sean mínimas.



Gráfico 35: Parada de autobús en Birmingham Reino Unido.

2.2.9 Control de calidad.

El concreto compactado con rodillo es muy susceptible al contenido de agua, es por ello que es primordial el tener un buen control de la humedad de los agregados durante la fase de fabricación del concreto y durante su colocación.

Los estudios que se realicen en el laboratorio previos a su fabricación y a la ejecución en campo permitirán tener conocimiento de las tolerancias de trabajo y del control de los elementos que comprenda el CCR.

A veces con el fin de lograr una terminación del CCR con la utilización de un equipo determinado, es necesario modificar la mezcla, variando la composición granulométrica, reduciendo el tamaño de los agregados, etc.

Para medir en campo el grado de compactación, se recomienda usar el densímetro nuclear, por ser este el equipo más utilizado con mayor éxito y por ser fácil de operar, rápido y eficiente. Es por ello que el control de la compactación del pavimento es lo más importante para poder asegurar un concreto de calidad.

Para garantizar la resistencia es necesario realizar la medida del grado de compactación del pavimento, el control se realiza a través de probetas que son ensayadas a ruptura en edades ya especificadas según norma. Pero el control de calidad del pavimento compactado con rodillo debe ser con la remoción de testigos del concreto en estado endurecido.

Si la superficie del concreto compactado con rodillo (CCR) se comienza a blanquear producto de los agentes atmosféricos como el sol o el viento, se deberá incorporar un poco de agua, pero de manera controlada para no perjudicar las características mecánicas del CCR.

Antes de que se realice el colocado el material del CCR se tiene que controlar el grado de compactación en la base y la humedad que este presente, porque el CCR al ser ejecutado a través de vibro compactación es muy sensible a las características de soporte que presente el apoyo.

De ninguna forma se deberá realizar el colocado en bases que estén saturadas o próximas a saturaciones, porque la humedad sobre la cual se realizará el colocado, se adicionara al CCR, entorpeciendo una buena terminación en la superficie; la humedad absorbida, de acuerdo a su cantidad, puede hasta disminuir la resistencia mecánica del pavimento.

La guía de diseño de CCR de la PCA del 2010 referencia un conjunto de normas norteamericanas de U.S.A. (ASTM) y Canadá (CSA) para el control de los materiales de CCR antes de la producción y construcción.

Tabla 19: Pruebas de control de calidad de la muestra (de CCR guía de control de calidad) (PCA,2010)

Material	Nombre de ensayo	Norma	Frecuencia
Agua	Calidad	ASTM C1602 CSA A23.1	Antes de la construcción o como necesario
Cemento	Propiedades físicas y químicas	ASTM C150 o equivalente ASTM C1595 ASTM C1157 CSA A3000	Certificación de fabricante o precalificado
Puzolanas	Propiedades físicas y químicas	ASTM C681 o equivalente CSA A3000	Certificación de fabricante o precalificado
Aditivos	Propiedades químicas	ASTM C494 ASTM C260 CSA A23.1	Certificación de fabricante
Agregados	Calidad	ASTM C33 CSA A23.1	En el arranque inicial del proyecto. Semanal o mensual a partir de entonces, en función de la experiencia

2.3 Definiciones conceptuales.

2.3.1. Concreto

El concreto es un material artificial endurecido, que consiste en un medio ligante denominado pasta dentro de que se encuentran embebidas partículas de agregados (ACI,1998).

2.3.2. Pavimento

Un pavimento es una estructura vial que se construye con el objetivo de soportar y distribuir las cargas ocasionadas por los vehículos que transitan sobre ella, otra de las funciones que cumplen es la de brindar y favorecer las condiciones de comodidad y seguridad, Su conformación por capas es de la siguiente manera: subbase, base y carpeta de rodadura. (Bonett, 2014, p.5).

2.3.3. Pavimento de concreto compactado con rodillo (CCR).

El concreto compactado con rodillo (CCR) es un producto que se diferencia a otros tipos de pavimentos básicamente por: la relación de su puesta en obra, composición, fabricación, entre otros. Cuyo método ha ido recibiendo la aceptación por parte de las constructoras en todo el mundo debido a menor costo económico de ejecución (Abanto, 2010, p.11).

Parmigiani y Di Pace (2000), indican que el pavimento fabricado con la técnica compactado con rodillo (CCR) es un concreto de características rígidas, el cual presenta cero asentamientos en el cono de Abrams, lo cual hace que su colocado sea seguido de una compactación mecánica, con la finalidad de lograr la densidad óptima de los materiales.

2.3.4. Cemento.

Es aquel componente en el concreto que le permite ganar la resistencia requerida. Los límites aplicables sobre la composición química requerida para condiciones de exposición y reactividad álcali deben seguir la práctica del concreto estándar (Chalco y Pacheco, 2009).

2.3.5. Granulometría.

Pasquel (1998). Considera que es la selección o medición de las partículas de los agregados por tamaños, dicho análisis se realiza en tamices en una escala granulométrica. Dicha granulometría está directamente relacionado a la trabajabilidad, proporciones de los agregados, el agua y cemento en el concreto.

2.3.6. Agregados.

Los agregados se definen como al conjunto de partículas que pueden ser de origen artificial o natural, las dimensiones de los áridos están fijados en la norma NTP400.010.

Los materiales granulares están compuestos por piedras, arenas y materiales finos, que son necesarios para aglomerar el concreto, los agregados se clasifican por:

- **Agregados finos:** El agregado fino todo material granular que pasa por el Tamiz (N.º 4) y consistirá de arena natural o triturada o una combinación de ambas.
- **Agregados gruesos:** El agregado grueso es todo material granular retenido que es retenido por el tamiz (N.º 4) el origen es producto de la trituración mecánica o natural de las rocas y que pueda cumplir con los límites que son establecidos.

2.3.7. Compactación.

Es la aplicación de energía necesaria con el objeto de disminuir el volumen de un material, propiciando una reducción de los vacíos que existen en él (CONSTRUCCIÓN, 2017).

2.3.8. ACI

Instituto Estadounidense del Concreto (American Concrete Institute), (<https://es.wikipedia.org/wiki/ACI>, s.f.).

2.3.9. ASTM

Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials), (<https://es.wikipedia.org/wiki/ASTM>, s.f.).

2.3.10. Dosificación

Está referido a las proporciones de manera apropiadas de los materiales que comprenden el concreto, con el objetivo de obtener una adecuada resistencia, durabilidad, acabado, etc. (CONSTRUCCIÓN, 2017).

2.3.11. Resistencia a la compresión del concreto.

Es la máxima capacidad que el concreto de CCR para resistir esfuerzos, es una forma confiable de poder determinar en el concreto en estado endurecido (Rivera G., 1992).

2.3.12. Relación agua cemento

Es la relación especificada en peso existente entre la cantidad de agua, sin considerar la que absorbe los agregados y la cantidad de cemento que se empleará en la mezcla (Moscoso y Tunque, 2013).

2.3.13. Trabajabilidad

La trabajabilidad es una de las propiedades referidas a la facilidad del concreto en estado fresco a ser mezclado, transportado, colocado y colocado sin llegar al proceso de exudación o segregación (Rivera G., 1992).

2.3.14. Segregación.

La segregación es cuando las partículas de los agregados gruesos se separan por desplazamiento sobre los taludes de la mezcla amontonada o cuando se asientan mucho más rápido que las partículas finas por acción de la gravedad o cuando la mezcla es seca como es el caso del CCR (Neville & Brooks, 2010).

2.3.15. Durabilidad.

Esta referido a la capacidad de poder conservar las condiciones del concreto tanto químicas y físicas a lo largo de su vida útil, cuando están sometidas a la degradación de su material por diferentes efectos de cargas, las variaciones de la temperatura, los agentes químicos y debido a la erosión y al desgaste de los áridos. (Valdés, 2017).

2.3.16. Peso unitario.

También llamado densidad del concreto va variar en función a la cantidad y a la densidad relativa de los áridos, del aire en la masa y del contenido del agua y cemento, los mismos que serán influenciados por el máximo tamaño del agregado (NTP 400.017)

2.3.17. Peso específico (Pe).

El procedimiento está establecido en la NTP 400.021 y la NTP 400.022. Se entiende como peso específico al cociente que se obtiene al dividir al peso de todas las partículas por el volumen, pero sin considerar los vacíos que existen entre las mismas.

2.3.18. Porosidad.

Se define como porosidad al espacio que ocupa la materia en la partícula del agregado. Esta propiedad es muy importante e influye sobre otras del agregado, como la resistencia a la abrasión y mecánica, sobre su estabilidad química, el peso específico, la permeabilidad y la absorción Pasquel (1998).

2.3.19. Humedad.

Está expresado en la curva Proctor, cualquier material se compacta con un contenido variable de agua y se tiene una humedad optima a la para la misma energía de compactación, se tiene la densidad máxima, el agua se va graduando para conseguir una humedad optima y la densidad máxima que aproveche las propiedades del material en la puesta en obra y en su comportamiento (CONSTRUCCIÓN, 2017).

2.3.20. Porcentaje de absorción.

Es la capacidad de los agregados de poder abarrotar con agua los espacios vacíos en lo profundo de las partículas, es un fenómeno producido por la capilaridad en la cual no se logra llenar por completo los poros quedando aire atrapado (CONSTRUCCIÓN, 2017).

2.3.21. Curado del concreto.

Esta referido al mantenimiento favorable en el hormigón en humedad y temperatura, pero en sus etapas iniciales, para que el concreto pueda continuar su reacción química que se da entre el cemento con el agua (CONSTRUCCIÓN, 2017).

2.3.22. Contenido de humedad.

Está referido a la cantidad de partículas de agua que es retenido en el agregado, ello debe ser incluido en el diseño de mezclas ya que puede modificar su diseño y ello puede llegar perjudicar la resistencia y trabajabilidad deseada (NTP 339.185).

2.3.23. Aditivos.

Es referido a aquellas sustancias orgánicas o inorgánicas que son vertidos en el concreto con el propósito de poder modificar alguna característica (Cesar Juárez, 2004).

2.3.24. Compactación

Es el proceso en la cual las partículas en el concreto en estado fresco se acomodan con el fin de disminuir los vacíos con la ayuda de una fuerza externa aplicada al concreto mediante vibración o apisonados (Escalaya, 2006).

2.3.25. Proctor modificado

Es un ensayo bastante simple y fácil de realizar (cuando es ejecutado en la energía normal), tiene las desventajas propias de un método de impacto que es: no permitir la acomodación de las partículas gruesas, roturas de las mismas y gran dispersión en los resultados de ensayos de resistencias (Rivera G., 1992).

2.4 Hipótesis.

H_a: Optimizando el porcentaje de cemento y el número de capas de compactado se obtiene un comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo CCR recomendable para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco- 2017.

H_o: Optimizando el porcentaje de cemento y el número de capas de compactado no se obtiene un comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo CCR recomendable para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco- 2017.

2.5 Variables.

2.5.1 Variable dependiente.

- Uso del CCR como propuesta para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huánuco

2.5.2 Variable independiente.

- Análisis del comportamiento mecánico del CCR.

2.6 Operacionalización de variables (dimensiones e indicadores).

VARIABLE		DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADOR
DEPENDIENTE	<i>Uso del CCR en la rehabilitación de vías urbanas</i>	Mezcla de cemento y agregados seleccionados, con un contenido lo suficientemente reducido para permitir su compactación con rodillo adquiriendo de ese modo la resistencia buscada y poder ser empleado en la rehabilitación u ejecución de proyectos viales urbanos.	Ensayos preliminares Determinación de las propiedades de los materiales del CCR, composición química y mecánica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis granulométrico, densidad relativa, peso volumétrico y ph de los agregados. ➤ Contenido de humedad. ➤ Densidad del cemento ➤ Equivalente de arena ➤ Desgaste de gravas ➤ Compactación de los agregados.
INDEPENDIENTE	<i>Análisis del comportamiento mecánico del CCR</i>	Esta reflejado a la relación entre las fuerzas aplicadas y a la respuesta del material (espécimen) al sufrir los ensayos que sean pertinentes, son los factores fundamentales que según su variación determinan el comportamiento mecánico del CCR.	DISEÑO DE MEZCLAS Seleccionar la proporción óptima de los componentes de la masa del concreto hidráulico.	NTP 339.141 Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
			PORCENTAJES DE CEMENTO <ul style="list-style-type: none"> - 10% - 12% - 14% 	Resistencia a la Compresión Valores registrados de la rotura de las probetas expresados en Kg/ cm 2 en el ensayo de tracción. F'c (Kg/cm2) y días (7, 14 y 28)
			N° DE CAPAS PARA COMPACTADO DEL CCR (3 – 4 capas)	

FUENTE: PROPIA

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Tipo de investigación (referencial)

3.1.1 Enfoque

Dado los propósitos de esta tesis, se establece por la forma de trabajo en la recopilación de información, y en especial, con la forma del planteamiento del problema, el enfoque de investigación es **CUANTITATIVO** puesto que las variables constan de factores de medición y los ensayos en laboratorio que están acorde a las normas en vigencia (Muñoz, 2011).

Las variables serán determinadas a través de las pruebas con una previa elaboración de un plan para probarlas, dichos datos obtenidos se analizarán con métodos estadísticos y en relación a ello se harán las conclusiones de la investigación (Muñoz, 2011).

3.1.2 Alcance o nivel

Como el fin de la investigación es el determinar la resistencia a la compresión del concreto compactado con rodillo (CCR) óptimo para proponer la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco, en relación a los valores planteados del porcentaje de cemento y grado de compactación con un numero de capas en relación a un concreto convencional de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se concluye que alcance de la investigación es APLICATIVA (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.1.3 Diseño

3.1.3.1. Experimental

El presente trabajo de investigación está enmarcado dentro del diseño experimental en su modalidad experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) y por la necesidad de establecer la causa de la manipulación presentando el siguiente diseño:

VI -----VD

- Por el tipo de conocimiento : Científica
- Por la naturaleza del objeto de estudio : Formal
- Por el ambiente donde se realiza : De campo

Experimental porque fue necesario para la realización de los diversos ensayos el uso del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de Huánuco y puesto que habrá la necesidad de introducir un elemento de estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.1.3.2. Prospectivo.

Es prospectiva puesto que las pruebas y ensayos determinan la veracidad de la hipótesis general en un futuro cercano (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.1.3.3. Longitudinal.

Es longitudinal puesto a que el objetivo es el analizar los cambios que ocurren en un intervalo de tiempo y son realizados en laboratorio para obtener las características que servirá como guía para poder realizar la comparativa de un mismo tipo de concreto, pero con diferentes características en proporciones y capas de compactado (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2 Población y muestra.

3.2.1 Población.

La población está conformada por tres diseños de mezclas que son al 10%, 12% y 14% de contenido de cemento respectivamente, compactados en tres y cuatro capas, haciendo un total de 270 especímenes de concreto, porque para cada edad de 7, 14 y 28 días se realizará 15 probetas por cada una.

Tabla 20: Número de especímenes de concreto total para el diseño del CCR.

CAPAS	% Cemento	Edad (días)	Cantidad
3	10	7	15
		14	15
		28	15
	12	7	15
		14	15
		28	15
	14	7	15
		14	15
		28	15
4	10	7	15
		14	15
		28	15
	12	7	15
		14	15
		28	15
	14	7	15
		14	15
		28	15
TOTAL			270

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Muestra.

Con el fin de obtener un mayor grado de confiabilidad, el tamaño de la muestra será el 100% de los especímenes de concreto que se tuvo en consideración para esta investigación.

Al ser una muestra finita se usará la proporción poblacional, ello se determinó según la norma vigente, la cual justifica las cantidades utilizadas como población y muestra a su vez.

La norma E 0.60 concreto armado del reglamento nacional de edificaciones, capítulo 5 calidad del concreto mezclado y colocación, 5.3.3.1 refiere que cuando el propósito es documentar la resistencia promedio se puede registrar los ensayos que consistan en menos de 30, pero no menor a 10 ensayos consecutivos.

En el 5.3.3.2 del mismo capítulo inciso “d”, para cada relación agua-material cementante se debe preparar y curarse por lo menos 3 probetas cilíndricas para cada edad de ensayo, para lo cual se considerará en esta investigación 15 probetas para cada una y se seguirá lo indicado en la Norma ASTM C192 (ICG, 2016, p.122).

Tabla 21: Número de muestras de especímenes de concreto por cada edad de ensayo en función a la dosificación de cemento y por el número de capas de compactado.

CAPAS	% Cemento	Edad (días)	Cantidad de probetas por edad de ensayo	Cantidad de probetas por % de cemento en el diseño de mezclas
3	10	7	15	45
		14	15	
		28	15	
	12	7	15	45
		14	15	
		28	15	
	14	7	15	45
		14	15	
		28	15	
TOTAL			180	

15 probetas cilíndricas por cada edad de ensayo.

CAPAS	% Cemento	Edad (días)	Cantidad de probetas por edad de ensayo	Cantidad de probetas por % de cemento en el diseño de mezclas
4	10	7	15	45
		14	15	
		28	15	
	12	7	15	45
		14	15	
		28	15	
	14	7	15	45
		14	15	
		28	15	
TOTAL			180	

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1 Recolección de datos.

Al no tener referencias locales, están basados en experiencias y procedimientos de diseño en el extranjero. Como punto de inicio de programará los ensayos en el Laboratorio de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Huánuco; con el apoyo del material bibliográfico de las normas vigentes aplicables a la línea de Investigación.

3.3.1.1. Técnicas de recolección de datos

- Se realizó un anteproyecto y cronograma de trabajo, tomando como referencia las experiencias en otros países del CCR aplicados en vías urbanas.
- Se identificó una cantera con las características físicas y químicas para realizar la investigación.
- Ejecutamos los estudios que establece el reglamento vigente de los agregados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería – UDH.
- Se realizó tres diseños de mezclas con proporciones al 10%, 12% y 14% de cemento.
- Se elaboró las probetas de concreto tomado en consideración los ensayos en estado fresco, compactados con martillo vibratorio a 3 y 4 capas, haciendo un total de 270 probetas para ser ensayadas y determinar su comportamiento mecánico.
- En función a los datos recopilados se realizó un análisis y se determinó el costo económico por m³ de concreto compactado con rodillo (CCR).

3.3.1.2. Instrumentos de recolección de datos

- Equipos de laboratorio: juego de tamices, estufa a temperatura constante, balanzas digitales, termómetro, medidor de aire, cilindros graduados, martillo vibratorio, máquina de ángeles, máquina universal-resistencia a compresión e implementos utilizados para llevar a cabo los ensayos correspondientes (mezcladora, carretilla, molde y cuchara metálica, barra compactadora, moldes cilíndricos, de metal, entre otros).

- Normas NTP: Normas técnicas peruanas.
- Normas ASTM: American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales.
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.060.
- Planillas y cuadros para el registro de los resultados.

3.3.1.2.1 En los agregados

- **Extracción y preparación de muestras**
 - NTP 400.010
- **Granulometría:**
 - ASTM C-33/C33M-13 Agregado para concreto
 - NTP 400.012 (Análisis granulométrico agregados gruesos, finos y global)
 - NTP: 400.037 Análisis para agregado grueso.
- **Densidad relativa de los finos:**
 - ASTM D-854- ASTM C-128: Gravedad específica y absorción de agregados finos
- **Densidad relativa de gruesos:**
 - ASTM C-127: Gravedad específica y absorción de agregados gruesos.
- **Peso específico y absorción del agregado.**
 - NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del *agregado grueso*.
 - NTP 400.022: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del *agregado fino*.
- **Peso volumétrico de finos y gruesos**
 - ASTM C-29: Método de evaluación estándar para densidad en bulk en agregados

➤ **Peso unitario**

- NTP 400.017: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

➤ **Resistencia a la degradación en agregados gruesos**

- NTP 400.019: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.

➤ **Ph del agregado grueso y fino**

- ASTM D- 1293

➤ **Densidad del cemento**

- ASTM C 188

3.3.1.2.2 En el concreto en estado fresco

➤ **Tiempo de fraguado**

- NTP 339.082: Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado.

➤ **Densidad, absorción y porcentaje de vacíos**

- NTP 339.187: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto.

➤ **Temperatura del concreto**

- NTP 339.184: Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.

3.3.1.2.3 En el concreto fraguado y endurecido

➤ **Elaboración y curado de los especímenes de concreto.**

- NTP 339.183: Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

➤ **Esfuerzo a la compresión**

- NTP 339.034: Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

3.3.2 Procedimientos

- Extracción y toma de muestras de los agregados tanto grueso y fino de la cantera.
- Transportes al laboratorio de las muestras extraídas.
- Determinación tanto de las características físicas como mecánicas de los áridos.
- Elaboración del diseño de mezclas por cada una de las proporciones.
- Elaboración de los especímenes de concreto.
- Ensayos para determinar la resistencia de los especímenes de concreto a las edades de 7, 14 y 28 días.
- Análisis y procesamiento de datos.

3.3.3 Presentación de datos (cuadros y/o gráficos).

Los datos en la investigación serán representados en formatos del siguiente modo:

- Ensayos y diseño del CCR en el laboratorio.
- Ensayos de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado en gabinete.
- Gráficas de la distribución de frecuencias y parámetros estadísticos.
- Cuadros de resumen y gráfica de evolución del concreto.

Los resultados serán representados en las fichas técnicas. VER ANEXOS

3.3.4 Análisis e interpretación de los datos.

Lo primero a realizar en la investigación será recopilar la mayor información posible respecto a la utilización del concreto compactado con rodillo (CCR) a través de las experiencias.

Luego determinar los materiales a utilizar para su elaboración y sus propiedades físico químicas, seguidamente proceder a la elaboración del diseño de mezclas.

Después de ello se elaborará las probetas de concreto necesarias con la realización de los diferentes ensayos que establece el reglamento. Serán ensayados a compresión al transcurrir las edades de maduración del concreto a los 7, 14 y 28 días respectivamente; las probetas serán clasificadas a 3 y 4 capas de compactado con proporciones de 10%, 12% y 14% de cemento.

La norma a utilizar como referencia para realizar los ensayos a las probetas cilíndricas será la E.060, que establece el método a realizar y sus requisitos a cumplir como también los quipos que se deberán utilizar.

También se realizará un cálculo económico por m³ de concreto compactado con rodillo (CCR), para tener como referente en posibles proyectos que sean ejecutados para poder realizar el mantenimiento, rehabilitación o ejecución de proyectos viales urbanos en la ciudad de Huánuco.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1 Ejecución de la investigación y procesamiento de datos

La ejecución de la investigación está en función del siguiente diagrama de trabajo y las hojas de cálculo usadas para el procesamiento de datos comprenderán diseños del análisis y la presentación de los resultados, mediante la utilización de tablas y gráficos que serán anexados.

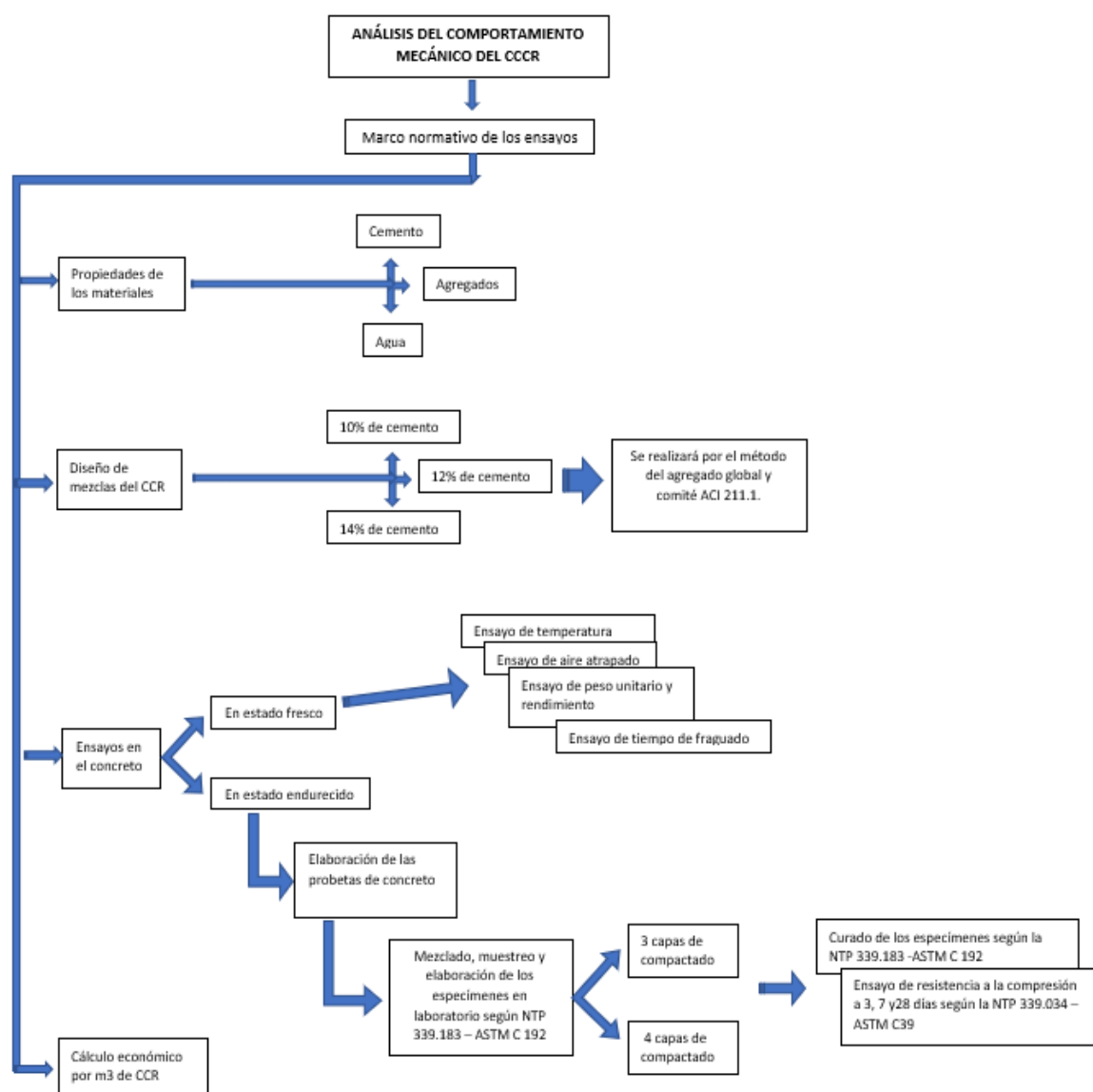


Figura 16: Diagrama de trabajo de la investigación.

Fuente: propia

4.1.1 Selección de los materiales (toma de muestras).

4.1.1.1. Cemento

Para la selección del tipo de cemento a utilizar se tuvo en consideración el ahorro económico, lo ideal sería escoger uno de bajo calor, pero ello elevaría el costo.

Como su finalidad es el que cumpla con los estándares de calidad que establece la norma ASTM C595 y la NTP 334.009, se elaborará con el cemento portland tipo I.

4.1.1.2. Agregados

4.1.1.2.1. Elección de la cantera

La cantera elegida para la investigación es la Cantera de San Andrés, geográficamente la ubican en las coordenadas UTM E. 367011, N. 8907024, a una altitud de 1788 msnm.

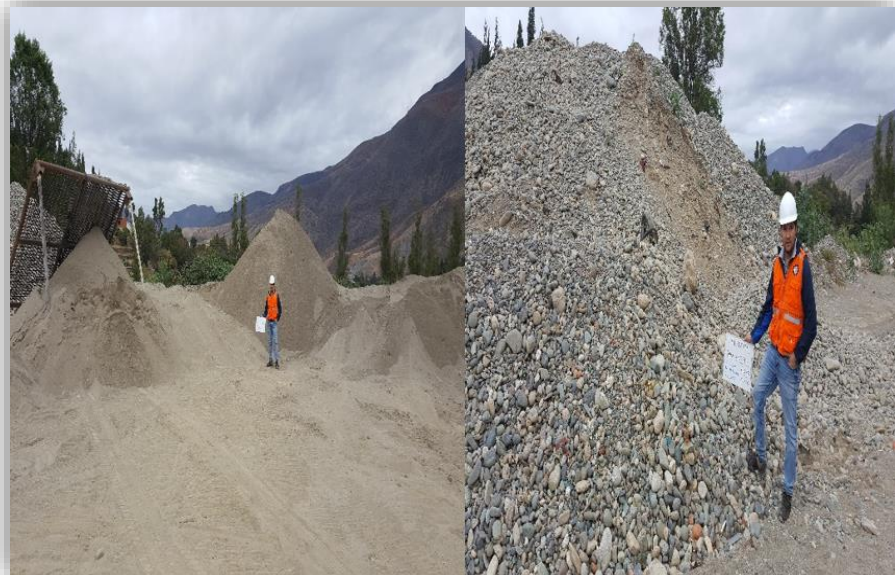


Gráfico 36: Banco de hormigón de la Cantera de San Andrés- Huánuco

4.1.1.2.2. Extracción de agregados

La extracción habitual de la cantera por lo general es de hormigón y arena fina. Ambos cumplen con la especificación ASTM C-33 (Especificación estándar para los agregados de concreto).

El agregado grueso es el material pasante del tamiz DE 1" y el pasante del tamiz N° 4 hasta la arena fina es considerado como agregado fino.



Imagen 2: Extracción del agregado de la cantera San Andrés -Huánuco

Se tuvo mucho cuidado al obtener las muestras y las condiciones de los materiales.

➤ **Reducción de las muestras de los agregados a tamaños de prueba.**

Los procedimientos para poder reducir la muestra que se obtuvo en el campo, está definido en la norma NTP 400.043. ello se hace con el objetivo de tener una muestra representativa en una proporción más pequeña.

Para ello se emplea el método del *cuarteo manual*, que se puede apreciar en la siguiente imagen.



Gráfico 37: Puesta de muestra en el Laboratorio y cuarteo del material global.

➤ **Separado de muestras y cuarteo**



Gráfico 38: Separado de muestras (A. Fino - A. Grueso)



Gráfico 39: Cuarteo del A fino y el A. grueso (faja 467 11/2 - N°04).

4.1.1.2.3. Ensayos de los agregados en el laboratorio.

➤ Contenido de Humedad Natural

Se determinó el contenido de humedad del material suelto por masa, cuya referencia es la *NTP 339.127* de los métodos de pruebas estándar para su determinación en el laboratorio.



Gráfico 40: Contenido de humedad natural.



Gráfico 41: Secado de Humedad del agregado fino y grueso.

Tabla 22: Contenido de Humedad del Agregado Grueso.

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.65 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	3.0 gr.
	3.0 cm³

Tabla 23: Contenido de Humedad de la Arena

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.28 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	1.9 gr.
	1.9 cm³

➤ PH del agregado

Se determinó el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados: arena, fino y grueso. La referencia es la NTP 339.176 (Método de ensayo normalizado para determinar el valor Ph en suelos y agua subterráneas) y la ASTM D – 1293 (Estándar test method for pH of wáter).

Tabla 24: Grado de acidez de los materiales suspendidos en el agua del agregado fino para el CCR.

6.- Resultados:

Rango pH:	6.40
Denominación de rango:	Ligeramente ácido.
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	22.93 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.

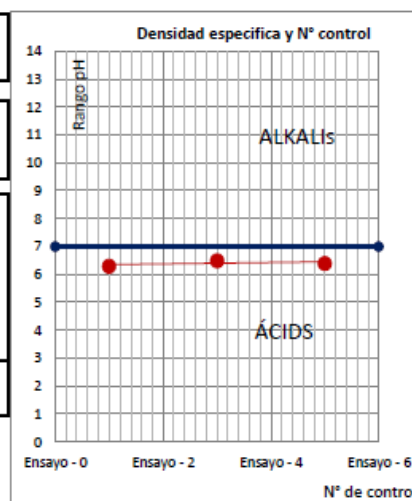


Tabla 25: Grado de acidez de los materiales suspendidos en el agua del agregado grueso para el CCR.

6.- Resultados:

Rango pH:	6.20
Denominación de rango:	Ligeramente ácido.
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	22.93 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.

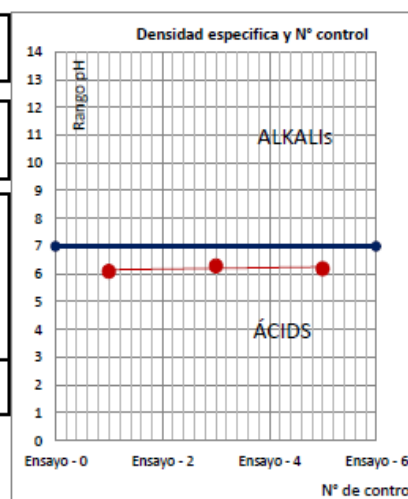
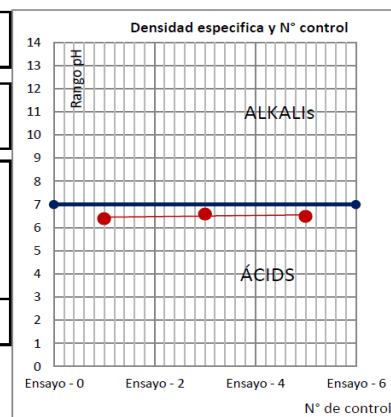


Tabla 26: Grado de acidez de los materiales suspendidos en el agua de la arena.

6.- Resultados:

Rango pH:	6.50
Denominación de rango:	Ligeramente ácido.
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	23.13 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.



➤ **Ensayo de pesos volumétricos**

Se determinó el peso volumétrico tanto en condición suelto y compactado, establecidos por la norma ASTM C29, que establece sus lineamientos.

Tabla 27: Pesos volumétricos de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PESOS VOLUMETRICOS		
AGREGADO	Prom. del peso volumetrico varillado (kg/ m3)	Prom. del peso volumetrico suelo (kg/ m3)
FINO	1641	1453
GRUESO	1664	1483
ARENA	1647	1462

➤ **Ensayo de densidad relativa de los agregados finos y gruesos para el concreto.**

Se determinó la densidad relativa de los agregados finos para el concreto y que estén en el rango de 4.75 milímetros de diámetro por debajo y por encima respectivamente.

Tabla 28: Resultados de los ensayos de densidad relativa de los agregados para en el concreto.

DENSIDAD RELATIVA DE LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO				
AGREGADO	DENSIDADES	DENSIDAD RELATIVA (Gravedad específica).	DENSIDAD DE MASA (Densidad Kg/m3).	% ABSORCION DE AGUA
A. fino	Estado seco (OD):	2.33	2324.18	3.8
	Estado saturado (SSD):	3.42	2414	
A. grueso	Estado seco (OD):	2.38	2374.05	3.12
	Estado saturado (SSD):	2.45	2444	
Arena	Estado seco (OD):	2.35	2344.13	3.49
	Estado saturado (SSD):	2.43	2424	

➤ **Análisis granulométrico del agregado para elaborar el concreto.**

Se analizó y se realizó la representación numérica de la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar el concreto.

Tabla 29: Resultados del análisis granulométrico de los agregados para elaborar el concreto

Peso del agua adherido:	38.00 g	Tamaño máximo:	4.75 mm	➔ A.G DEL AGREGADO FINO
% humedad adheridos:	2.05 %	Tamaño nominal máximo:	2.36 mm	
% material granular:	98.60 %	% Gravas:	0.00 %	
% material finos < # 200	1.40 %	% Arenas:	98.60 %	
Módulo de fineza:	3.21			
Peso del agua adherido:	32.00 g	Tamaño máximo:	1.1/2"	➔ A.G DEL AGREGADO GRUESO
% humedad adheridos:	1.52 %	Tamaño nominal máximo:	1"	
% material granular:	99.70 %	% Gravas:	99.70 %	
% material finos < # 200	0.32 %	% Arenas:	0.00 %	
Módulo de fineza:	6.97			
Peso del agua adherido:	36.00 g	Tamaño máximo:	0.50 mm	➔ A.G. DE LA ARENA
% humedad adheridos:	2.04 %	Tamaño nominal máximo:	0.43 mm	
% material granular:	97.40 %	% Gravas:	0.00 %	
% material finos < # 200	2.56 %	% Arenas:	97.40 %	
Módulo de fineza:	1.15			

➤ **Ensayo de densidad del cemento.**

Se determinó la densidad relativa de los componentes de la parte del sólido cuya referencia fue la NTP 334.005 del método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.

Tabla 30: Densidad del cemento.

Ensayos de las muestras	Densidades	Cemento	Fluido	Densidad parcial cemento
	M - 01	4.115	0.70700	2.910
	M - 02	4.154	0.70700	2.937
	M - 03	4.108	0.70700	2.905
	Valores promedios	4.126	0.70700	2.91697
Densidad del cemento		$\rho_r = \frac{A}{A+B-C}$		
2.917				

Densidad específica y N° control

N° de control	Gravedad específica
1	~2.900
2	~2.900
3	~2.900

➤ **Ensayo equivalente de arena.**

Se determinó la proporción relativa de polvo o de materiales arcillosos que sean perjudiciales que puedan contener los áridos. Para ello se tomó como referencia las normas ASTM D-2419, AASHTO T-176, NTP 339.146

Tabla 31: Resultado del ensayo de equivalente de arena.

AGREGADO	VALOR EQUIVALENTE DE ARENA (%)
A. FINO	83
ARENA	85

➤ **Ensayo de desgaste de gravas - tamaños menores.**

Se analizó el desgaste del agregado por abrasión, tomando como referencia la NTP 400.019-2002 que refiere a la resistencia de los agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.

Tabla 32: Resultado del ensayo de desgaste de gravas.

5.- Análisis:									
Pesos iniciales					Pesos finales				
Cribas		P _i (g)	Parcial %	Acum. %	Cribas		P _f (g)	Parcial %	Acum. %
1.1/2"	38.10 mm	0.00	-	0.00	1.1/2"	38.10 mm	0.00	-	0.00
1"	25.00 mm	1255.00	25.0	25.05	1"	25.00 mm	350.00	6.99	6.99
3/4"	19.00 mm	1253.00	25.0	50.06	3/4"	19.00 mm	257.00	5.13	12.12
1/2"	12.50 mm	1252.00	25.0	75.05	1/2"	12.50 mm	310.00	6.19	18.30
3/8"	9.50 mm	1250.00	25.0	100.00	3/8"	9.50 mm	211.00	4.21	22.51
1/4"	6.30 mm	0.00	0.0	100.00	1/4"	6.30 mm	0.00	-	22.51
Nº 04	4.75 mm	0.00	0.0	100.00	Nº 04	4.75 mm	0.00	-	22.51
Nº 08	2.36 mm	0.00	0.0	100.00	Nº 08	2.36 mm	0.00	-	22.51
Nº 12	1.70 mm			100.00	Nº 12	1.70 mm	2606.00	52.02	74.53
% del Peso inicial:		5,010.00	100.00 %		% del Peso final:		3,734.00	74.53 %	

6.- Resultados:	Desgaste de los Agregados:	25 %
-----------------	----------------------------	------

4.1.2 Diseño de mezclas del CCR

4.1.2.1. Proctor modificado

Con el fin de determinar en laboratorio el peso unitario seco a través de la curva de compactación se procedió con diferentes contenidos de agua para así poder establecer una relación entre el contenido de agua del suelo y el peso unitario seco.

Dichos datos representan una relación curvilínea conocida también como la curva de compactación.

4.1.2.2. Determinación del método.

Tabla 33: Método de compactado.

METODO	%ACUMULAD O RETENIDO N° 4	%ACUMULAD O RETENIDO N° 3/8"	%ACUMULAD O RETENIDO N° 3/4"	MATERIAL A USAR
A	≤ 20%	-	-	PASA N° 4
B	> 20%	≤ 20%	-	PASA 3/8"
C		> 20%	≤ 20%	PASA $\frac{3}{4}$ "

➤ **Método "A"**

Uso. - Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N.º 4 (Rosa Tocas Mena, 2016).

Otros Usos. - Si el método no es especificado, los materiales que cumplen estos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B o C (Rosa Tocas Mena, 2016).

➤ **Método "B"**

Usos. - Cuando más de 20% del peso del material es retenido en el tamiz N.º 4 (4.75 mm) y 20% o menos de peso del material es retenido en el tamiz 3 /8 pulg (Rosa Tocas Mena, 2016).

Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C (Rosa Tocas Mena, 2016).

➤ **Método "C"**

Usos. - Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 3/8 pulg. (9.53 mm) y menos del 30% en peso es retenido en el tamiz $\frac{3}{4}$ pulg. (19.05 mm). El molde de 6 pulgadas (152.4 mm) de diámetro no será usado con los métodos A o B (Rosa Tocas Mena, 2016).

Nota: los resultados tienen a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños (Rosa Tocas Mena, 2016).

4.1.2.3. Ensayo de compactación del agregado

Se determinó el método de compactación en función a la relación del contenido de humedad y los pesos secos de la mezcla para cada una de las proporciones de cemento siendo estas de 10%, 12% y 14%. Como referencia se tomó la NTP 339.141 y la ASTM D 1557.

Tabla 34: Resultados del ensayo de compactación del agregado.

# MEZCLA - % CEMENTO	PESO UNITARIO Kn/m ³	DENSIDAD MAXIMA SECA gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA %	OBSERVACIONES
MEZCLA #01 10% CEMENTO	21.24	2.17	8.2	SE COMPACTÓ LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO, ARENA FINA Y CEMENTO), CON UN 10% DE CONTENIDO DE CEMENTO.
MEZCLA #02 12% CEMENTO	21.52	2.19	8.8	SE COMPACTÓ LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO, ARENA FINA Y CEMENTO), CON UN 12% DE CONTENIDO DE CEMENTO.
MEZCLA #03 14% CEMENTO	21.57	2.2	9	SE COMPACTÓ LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO, ARENA FINA Y CEMENTO), CON UN 14% DE CONTENIDO DE CEMENTO.

4.1.2.4. Diseño de mezcla de concreto compactado con rodillo (CCR) utilizando conceptos de compactación de suelos.

Se determinó los componentes de la masa del concreto compactado con rodillo (CCR) para cada proporción de cemento, cuya característica del cemento, agua y los agregados para las tres proporciones son las siguientes:

Tabla 35: características de los materiales del diseño de mezclas del CCR.

5.1.- Cemento:	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad específico (Pe)		2.917 g/cm ³	Promedio
5.2.- Agua:	Control del pH		7	Neutro
	Densidad de masa del agua		1.000 g/cm ³	A temperatura 23°C
	Sólidos en suspensión:		NP	No presenta
5.3.- Agregados:	DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARENA FINA
	Tamaño máximo:	1 1/2"	4.75 mm	0.50 mm
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	0.43 mm
	Peso unitario varillado seco:	1664.00 kg/m ³	1641.00 kg/m ³	1647.00 kg/m ³
	Peso unitario suelto seco:	1483.00 kg/m ³	1453.00 kg/m ³	1462.00 kg/m ³
	Densidad de masa	2374.05 kg/m ³	2324.18 kg/m ³	2344.13 kg/m ³
	Peso específico Seco:	2.38	2.33	2.35
	Módulo de fineza:	6.970	3.210	1.150
	Absorción:	3.12 %	3.80 %	3.49 %
	Humedad natural:	1.65 %	2.36 %	2.28 %
	Ph:	6.20	6.40	6.50
	Equivalente de arena:	-	83.00 %	85.00 %
	Desgaste de los ángeles:	25.00 %	-	-

1.- Referencia:

ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
ASTM C 1435, Standard Practice for Molding Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Hammer.
ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.
ACI 207.5R, Report on Roller-Compacted Mass Concrete.
ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

2.- Objeto: Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

Figura 17: Referencias usadas para determinar el diseño de mezclas para cada proporción de cemento del CCR, usando los conceptos de compactación de suelos.

7.- Estandarización inicial para la dosificación:

7.1.- Porcentaje del cemento en la mezcla:

MEZCLA # 01
10 % CEMENTO

7.2.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.24 kN/m³
Densidad máxima seca:	2.17 gr/cm³
Humedad óptima:	8.20 %

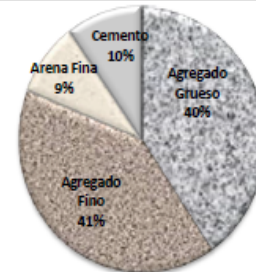
8.- Dosificación - Proporciones para concreto en producción:

8.1.- Dosificación para concreto CCR en producción en laboratorio:

Cantidad para la Jornada o capacidad de la mezcladora de:	38.00 Litros
	0.038 m³
	1.330 ft³

Agua óptima para el mezclado:	6.750 kg
-------------------------------	----------

DOSIFICACIÓN	PESO (kg)	%
Agregado Grueso:	15.390	40.50
Agregado Fino:	15.390	40.50
Arena Fina:	3.420	9.00
Cemento:	3.800	10.00



8.2.- Dosificación para 1 m³ de concreto CCR en producción:

Diseño de mezcla en base a los resultados obtenidos de la compactación para 1 m³:	1000.00 Litros
	1.000 m³
	35.000 ft³

DOSIFICACIÓN	Peso (kg/m³)	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Volumen (Lit./bolsa)
Agregado Grueso:	405.000	4.050	172.125	72.321
Agregado Fino:	405.000	4.050	172.125	73.873
Arena Fina:	90.000	0.900	38.250	16.277
Cemento:	100.000	1.000	42.500	28.317
Agua óptima para el mezclado:	177.634	1.776	75.494	75.494
Total:	1177.6 kg/m³			

Bolsas por m³	3 bolsas
---------------	----------

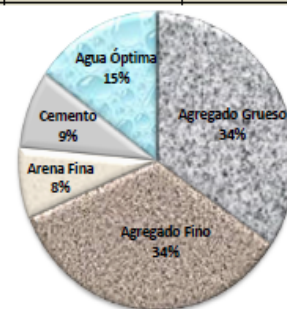


Figura 18: Diseño de mezcla del CCR con un 10% de cemento.

7.- Estandarización inicial para la dosificación:

7.1.- Porcentaje del cemento en la mezcla:

MEZCLA # 02
12 % CEMENTO

7.2.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.52 kN/m³
Densidad máxima seca:	2.19 gr/cm³
Humedad óptima:	8.80 %

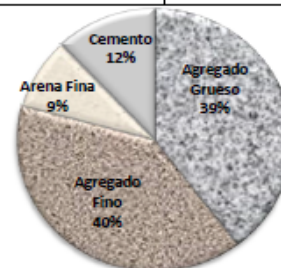
8.- Dosificación - Proporciones para concreto en producción:

8.1.- Dosificación para concreto CCR en producción en laboratorio:

Cantidad para la Jomada o capacidad de la mezcladora de:	38.00 Litros
	0.038 m³
	1.330 ft³

Agua óptima para el mezclado:	7.339 kg
-------------------------------	----------

DOSIFICACIÓN	PESO (kg)	%
Agregado Grueso:	15.048	39.60
Agregado Fino:	15.048	39.60
Arena Fina:	3.344	8.80
Cemento:	4.560	12.00



8.2.- Dosificación para 1 m³ de concreto CCR en producción:

Diseño de mezcla en base a los resultados obtenidos de la compactación para 1 m³:	1000.00 Litros
	1.000 m³
	35.000 ft³

DOSIFICACIÓN	Peso (kg/m³)	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Volumen (Lit./bolsa)
Agregado Grueso:	396.000	3.300	140.250	58.929
Agregado Fino:	396.000	3.300	140.250	60.193
Arena Fina:	88.000	0.733	31.167	13.262
Cemento:	120.000	1.000	42.500	28.317
Agua óptima para el mezclado:	193.139	1.609	68.403	68.403
Total:	1193.1 kg/m³			

Bolsas por m³	3 bolsas
---------------	----------

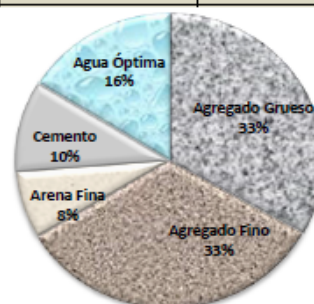


Figura 19: Diseño de mezclas del CCR con un 12% de cemento.

7.- Estandarización inicial para la dosificación:

7.1.- Porcentaje del cemento en la mezcla:

MEZCLA #03
14 % CEMENTO

7.2.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.57 kN/m ³
Densidad máxima seca:	2.20 gr/cm ³
Humedad óptima:	9.00 %

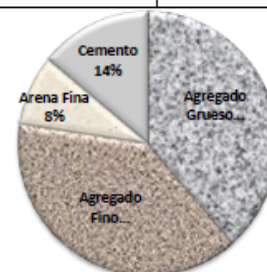
8.- Dosificación - Proporciones para concreto en producción:

8.1.- Dosificación para concreto CCR en producción en laboratorio:

Cantidad para la Jomada o capacidad de la mezcladora de:	38.00 Litros
	0.038 m ³
	1.330 ft ³

Agua óptima para el mezclado:	7.524 kg
-------------------------------	----------

DOSIFICACIÓN	PESO (kg)	%
Agregado Grueso:	14.706	38.70
Agregado Fino:	14.706	38.70
Arena Fina:	3.268	8.60
Cemento:	5.320	14.00



8.2.- Dosificación para 1 m³ de concreto CCR en producción:

Diseño de mezcla en base a los resultados obtenidos de la compactación para 1 m ³ :	1000.00 Litros
	1.000 m ³
	35.000 ft ³

DOSIFICACIÓN	Peso (kg/m ³)	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Volumen (Lit./bolsa)
Agregado Grueso:	387.000	2.764	117.482	49.362
Agregado Fino:	387.000	2.764	117.482	50.422
Arena Fina:	86.000	0.614	26.107	11.109
Cemento:	140.000	1.000	42.500	28.317
Agua óptima para el mezclado:	198.000	1.414	60.107	60.107
Total:	1198.0 kg/m³			

Bolsas por m ³	4 bolsas
---------------------------	----------

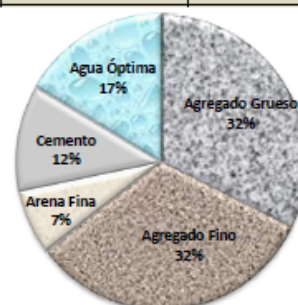


Figura 20: Diseño de mezclas del CCR con 14% de cemento.

4.1.3 ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA EN EL CONCRETO DE CCR.

4.1.3.1. Ensayos de compresión cilíndrica a tres capas de compactado.

- Ensayos de compresión cilíndrica con un porcentaje de 10% de cemento y a tres capas de compactación.

Tabla 36: Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 10% y en tres capas.

Capas	Edad (días)	% Cemento	Resistencia (Kg/cm2)
3	0	10%	0
	7	10%	$80.13 \leq \mu \leq 81.87$
	14	10%	$109.3 \leq \mu \leq 110.7$
	28	10%	$114.78 \leq \mu \leq 117.78$

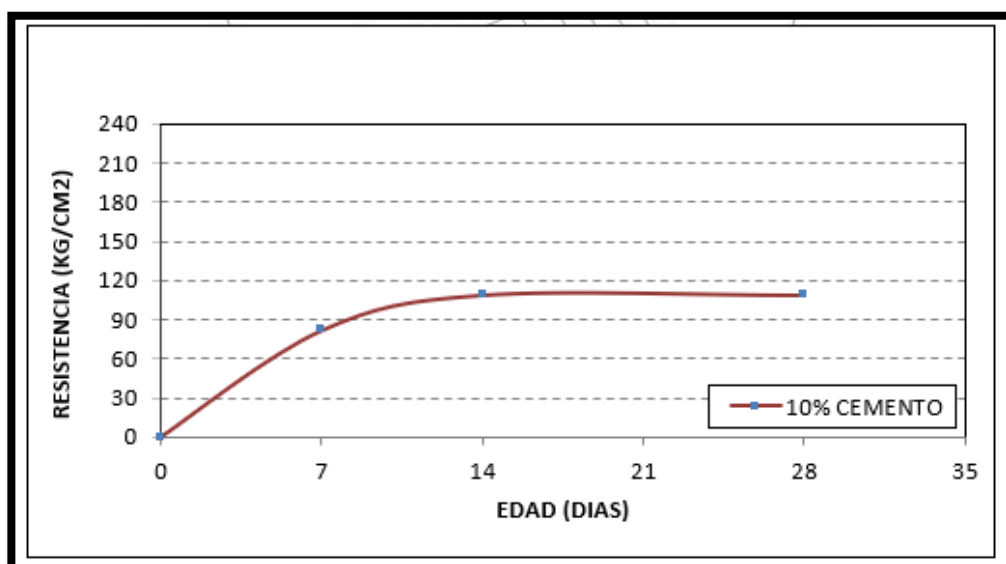


Figura 21: Gráfica de evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del 10% y en tres capas de compactado.

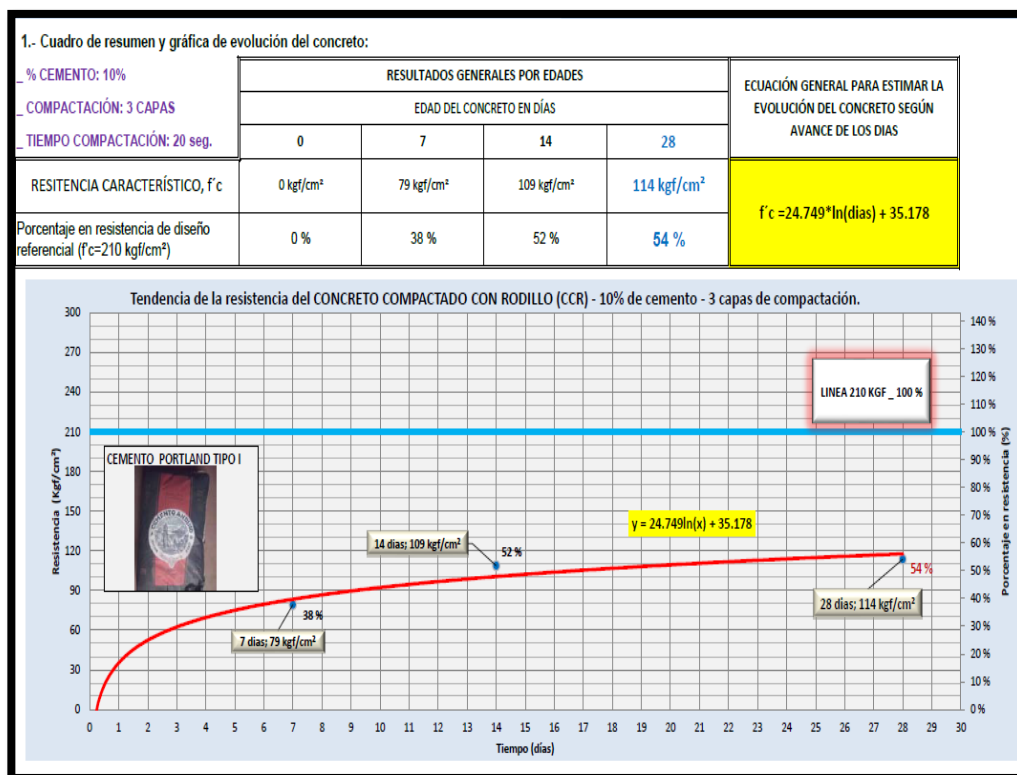


Figura 22: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) – 10% de cemento – 3 capas de compactación.

RESULTADO:

La figura N.º 22 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (10%) y en tres capas compactadas de las cuales se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo 7, 14 y 28 días, llegando a una resistencia entre $114.78 \leq \mu \leq 117.78 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

- Ensayos de compresión cilíndrica con un porcentaje de 12% de cemento y a tres capas de compactación.

Tabla 37: Resultados de resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 12% y en tres capas.

Capas	Edad (días)	% Cemento	Resistencia (Kg/cm2)
3	0	12%	0
	7	12%	$107.76 \leq \mu \leq 110.24$
	14	12%	$129.08 \leq \mu \leq 130.08$
	28	12%	$133.73 \leq \mu \leq 136.27$

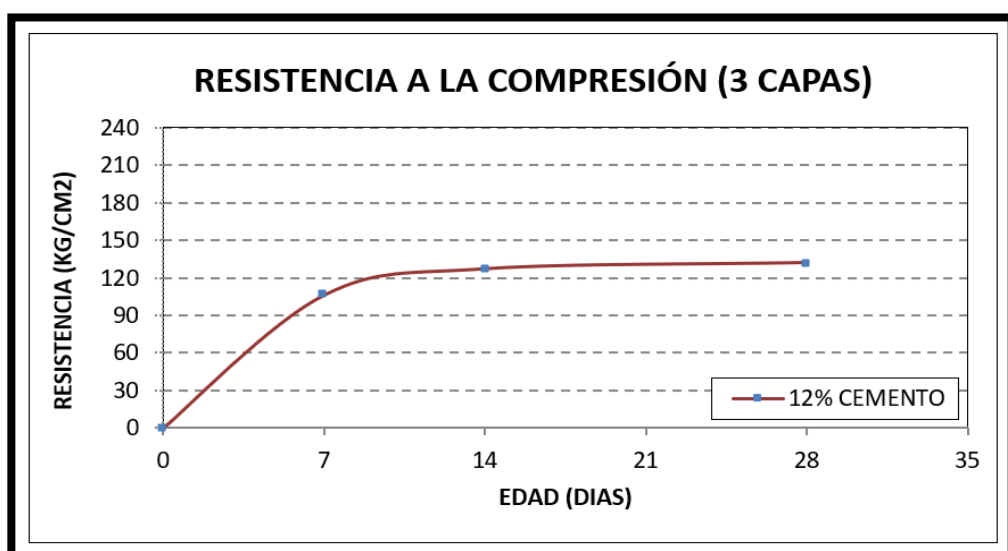


Figura 23: Evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del 12% y en tres capas de compactado.

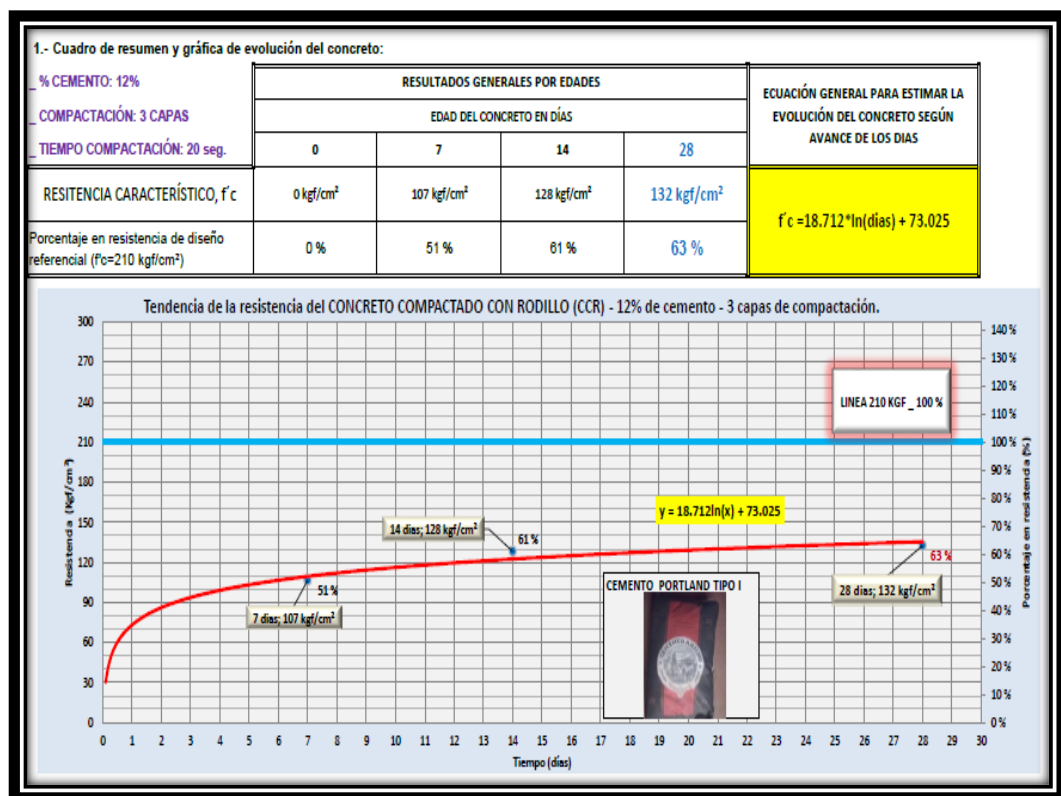


Figura 24: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) – 12% de cemento – 3 capas de compactación.

RESULTADO:

La figura N° 24 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (12%) y en tres capas compactadas de las cuales se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo 7, 14 y 28 días, llegando a una resistencia entre $133.73 \leq \mu \leq 136.27$ kg/cm² a los 28 días.

- Ensayos de compresión cilíndrica con un porcentaje de 14% de cemento y a tres capas de compactación.

Tabla 38: Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 14% y en tres capas.

Capas	Edad (días)	% Cemento	Resistencia (Kg/cm ²)
3	0	14%	0
	7	14%	$153.73 \leq \mu \leq 156.27$
	14	14%	$196.38 \leq \mu \leq 197.62$
	28	14%	$202.82 \leq \mu \leq 205.18$

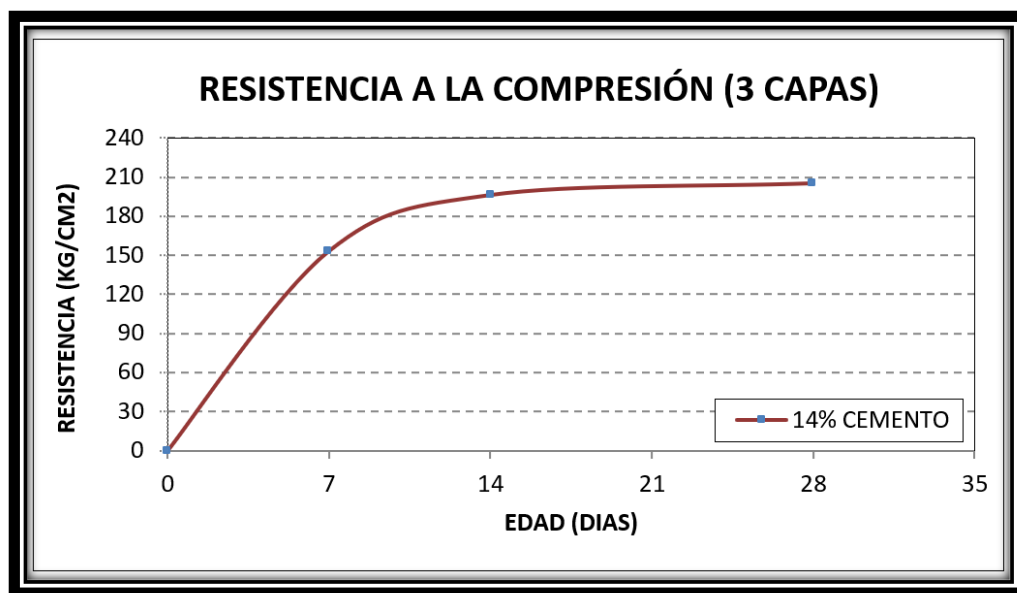


Figura 25: Evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del 14% y en tres capas de compactado.

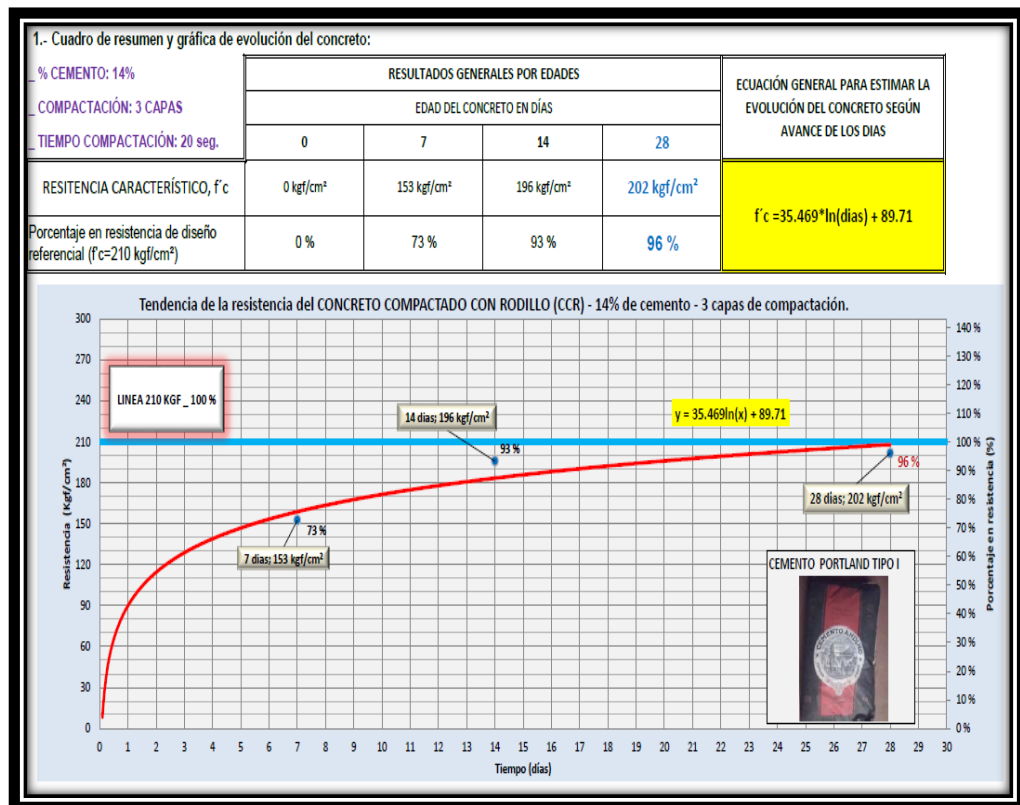


Figura 26: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) –
14% de cemento – 3 capas de compactación.

RESULTADO:

La figura N° 26 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (14%) y en tres capas compactadas, se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo 7, 14 y 28 días, llegando a una resistencia entre $202.82 \leq \mu \leq 205.18$ kg/cm² a los 28 días.

4.1.3.2. Ensayos de compresión cilíndrica a cuatro capas de compactado.

- Ensayo de compresión cilíndrica con un porcentaje de 10% de cemento y a cuatro capas de compactación.

Tabla 39: Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 10% y en cuatro capas.

Capas	Edad (días)	% Cemento	Resistencia (Kg/cm ²)
4	0	10%	0
	7	10%	$96.16 \leq \mu \leq 97.84$
	14	10%	$126 \leq \mu \leq 128$
	28	10%	$143.37 \leq \mu \leq 144.63$

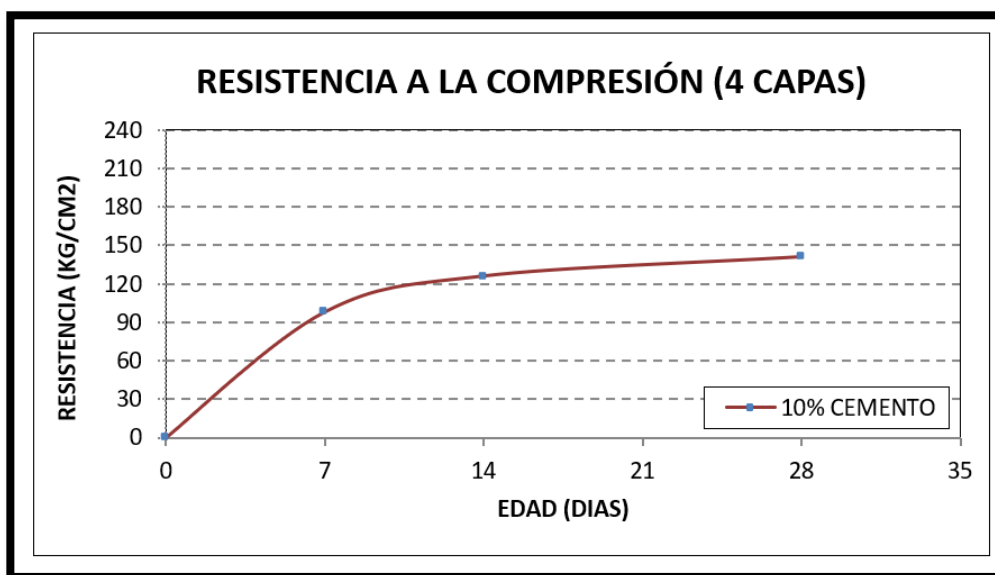


Figura 27: Gráfica de evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del 10% y en cuatro capas de compactado.

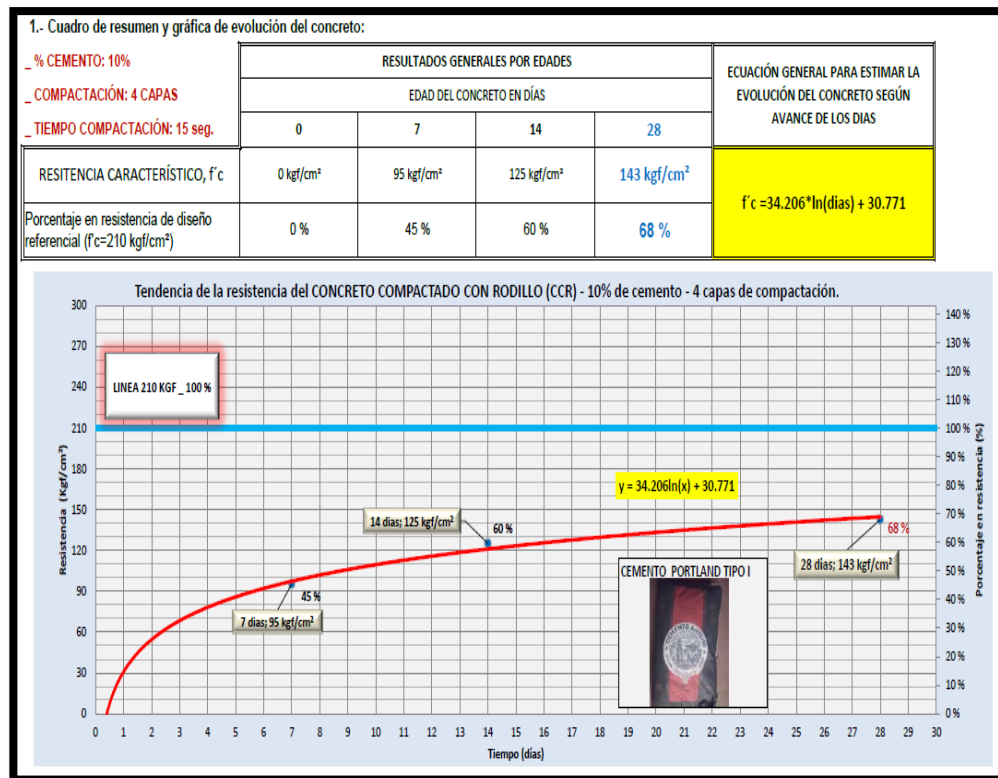


Figura 28: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) – 10% de cemento – 4 capas de compactación.

RESULTADO:

La figura N° 28 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (10%) y en cuatro capas compactadas. Del gráfico se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo 7, 14 y 28 días, llegando a una resistencia entre $143.37 \leq \mu \leq 144.63 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

- Ensayo de compresión cilíndrica con un porcentaje de 12% de cemento y a cuatro capas de compactación.

Tabla 40: Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 12% y en cuatro capas.

Capas	Edad (días)	% Cemento	Resistencia (Kg/cm ²)
4	0	12%	0
	7	12%	$120.05 \leq \mu \leq 121.95$
	14	12%	$153.83 \leq \mu \leq 156.17$
	28	12%	$164.25 \leq \mu \leq 165.75$

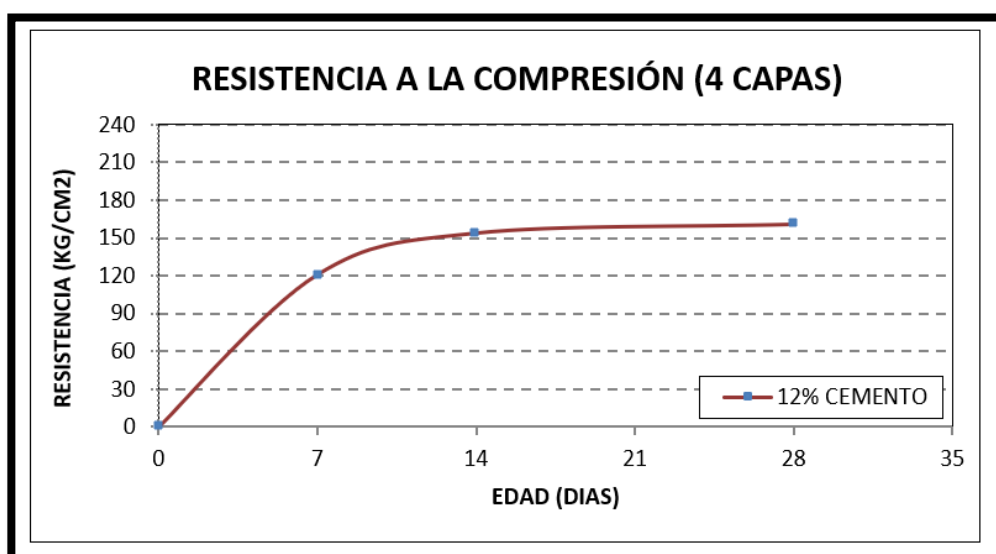


Figura 29: Gráfica de evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del 12% y en cuatro capas de compactado.

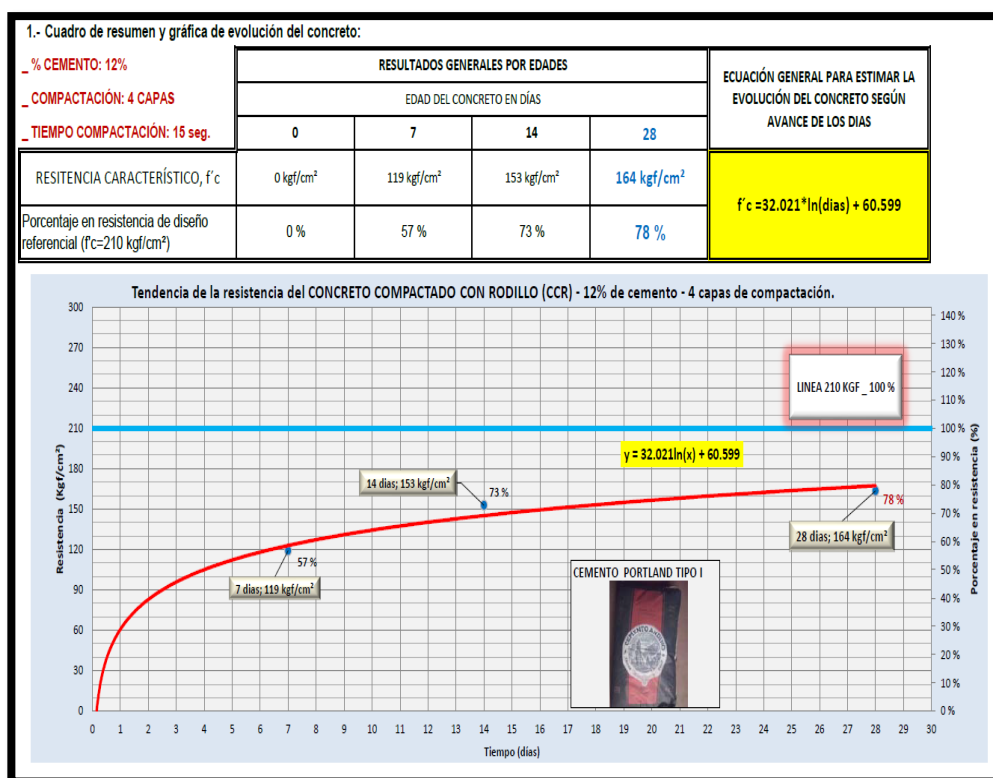


Figura 30: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) – 12% de cemento – 4 capas de compactación.

RESULTADO:

La figura N° 30 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (12%) y en cuatro capas compactadas de las cuales se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo 7, 14 y 28 días, llegando a una resistencia de $164.25 \leq \mu \leq 165.75 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

- Ensayo de compresión cilíndrica con un porcentaje de 14% de cemento y a cuatro capas de compactación.

Tabla 41: Resistencia a la compresión con un porcentaje de cemento del 14% y en cuatro capas.

Capas	Edad (días)	% Cemento	Resistencia (Kg/cm2)
4	0	14%	0
	7	14%	$171.89 \leq \mu \leq 174.11$
	14	14%	$210.31 \leq \mu \leq 211.69$
	28	14%	$219.91 \leq \mu \leq 222.09$

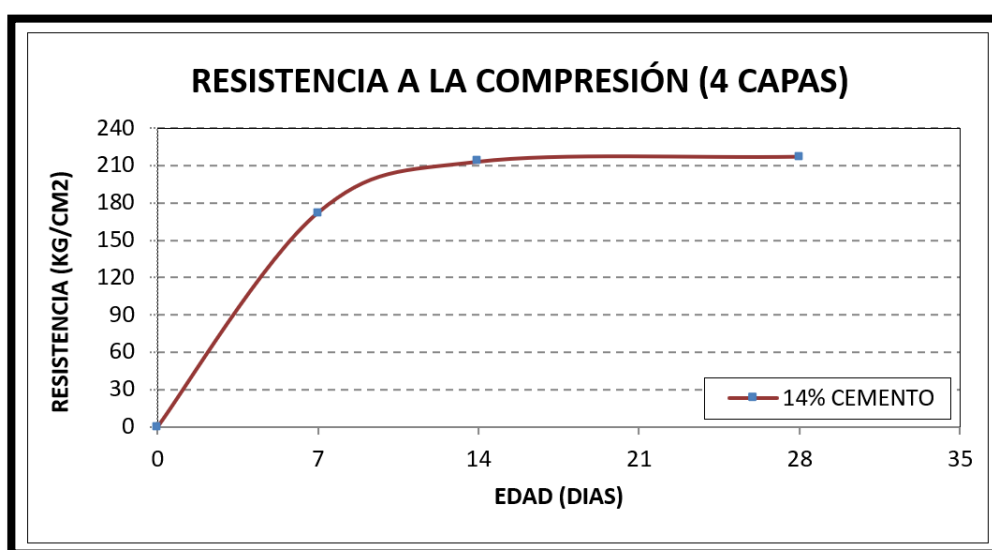


Figura 31: Evolución del concreto CCR con un porcentaje de cemento del 14% y en cuatro capas de compactado.

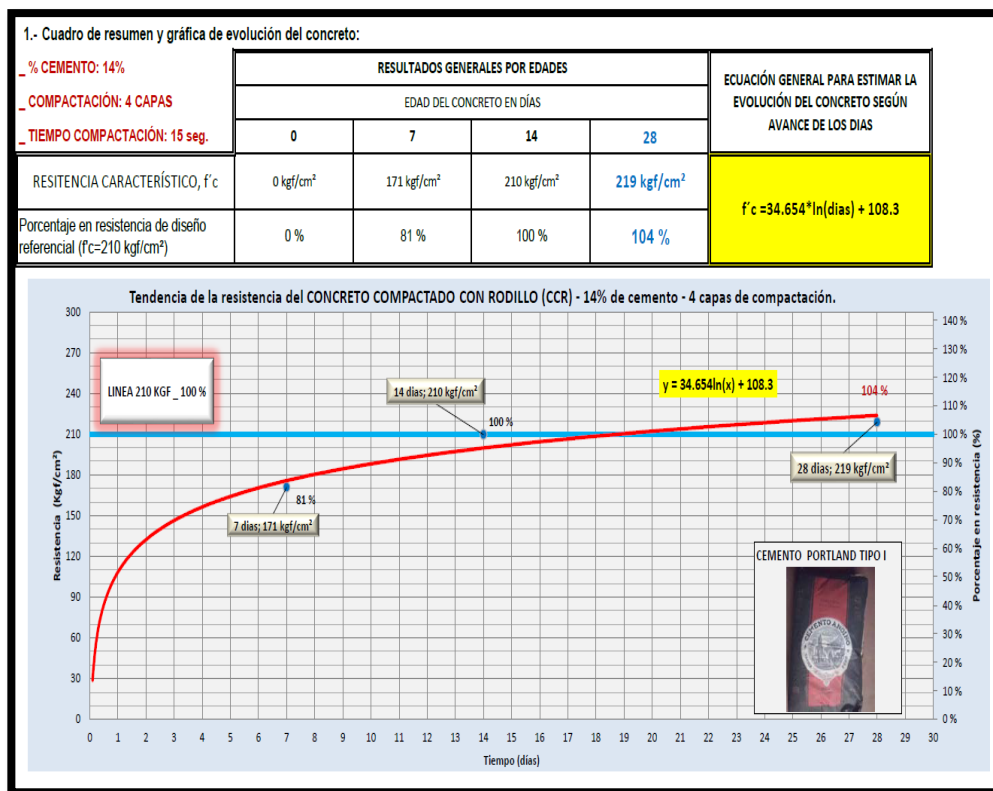


Figura 32: Tendencia de la resistencia del concreto compactado con rodillo (CCR) – 10% de cemento – 4 capas de compactación.

RESULTADO:

La figura N° 32 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (14%) y en cuatro capas compactadas de las cuales se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo 7, 14 y 28 días llegando a una resistencia $219.91 \leq \mu \leq 222.09 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Puesto a que el estudio está limitado a describir y analizar los conjuntos de datos obtenidos en relación a las variaciones de la resistencia a la compresión de las probetas del concreto compactado con rodillo (CCR), mediante el empleo de tablas de frecuencia y determinación de los factores de correlación, la media, la mediana, moda, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, Pearson, grafica de distribución de frecuencias, cálculo de distribución normal y parámetros estadísticos, distribución normal (zona de aceptación y rechazo) y la gráfica de la evolución del concreto en función a la resistencia referencial se presentan los siguientes resultados:

**ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD DE LAS
MUESTRAS DE LAS PROBETAS DE CONCRETO DE CCR ENSAYADAS CON
14 % DE CEMENTO – CUATRO CAPAS DE COMPACTADO - 28 DIAS .**

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)					
Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm ³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	180.00	164.00	9.76 %	2.12	1.93
M - 04	297.00	275.00	8.00 %	2.15	1.99
M - 07	359.00	329.00	9.12 %	2.12	1.94
M - 11	274.00	251.00	9.16 %	2.14	1.96

CUADRO DE RESUMEN	
Humedad, % W (promedio)	9.01 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.13 g/cm ³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	1.96 g/cm ³

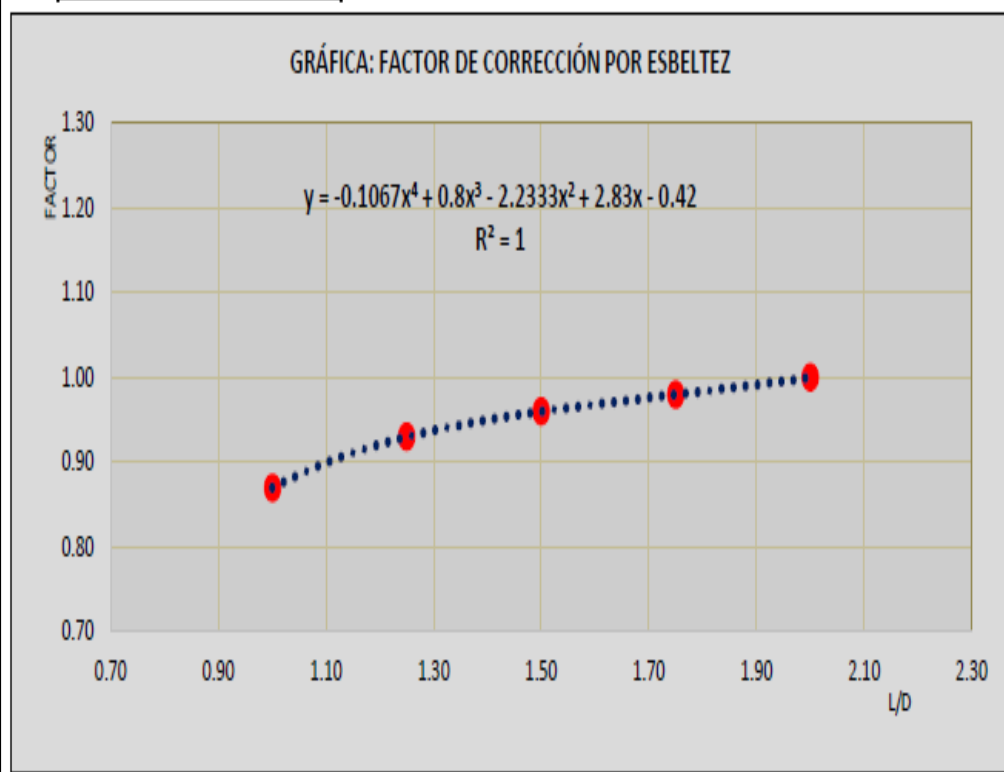
4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	8.06 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.61 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \log(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	220.55 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	220.98 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	221.89 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	4.67
Desviación Estandar, (σ)	2.16 kgf/cm ²
Coefficiente de Variación, (C.V.)	0.98 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.5972

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- \bar{X}) ² *fi
	Li	Ls						
1	[216.41	218.02 >	217.22	3	0.2000	3	651.65	33.35
2	[218.02	219.63 >	218.83	2	0.1333	5	437.66	5.93
3	[219.63	221.25 >	220.44	3	0.2000	8	661.32	0.04
4	[221.25	222.86 >	222.05	5	0.3333	13	1110.26	11.28
5	[222.86	224.47]	223.66	2	0.1333	15	447.33	19.39
Σ=				15	1		3308.21	69.99

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = N° Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

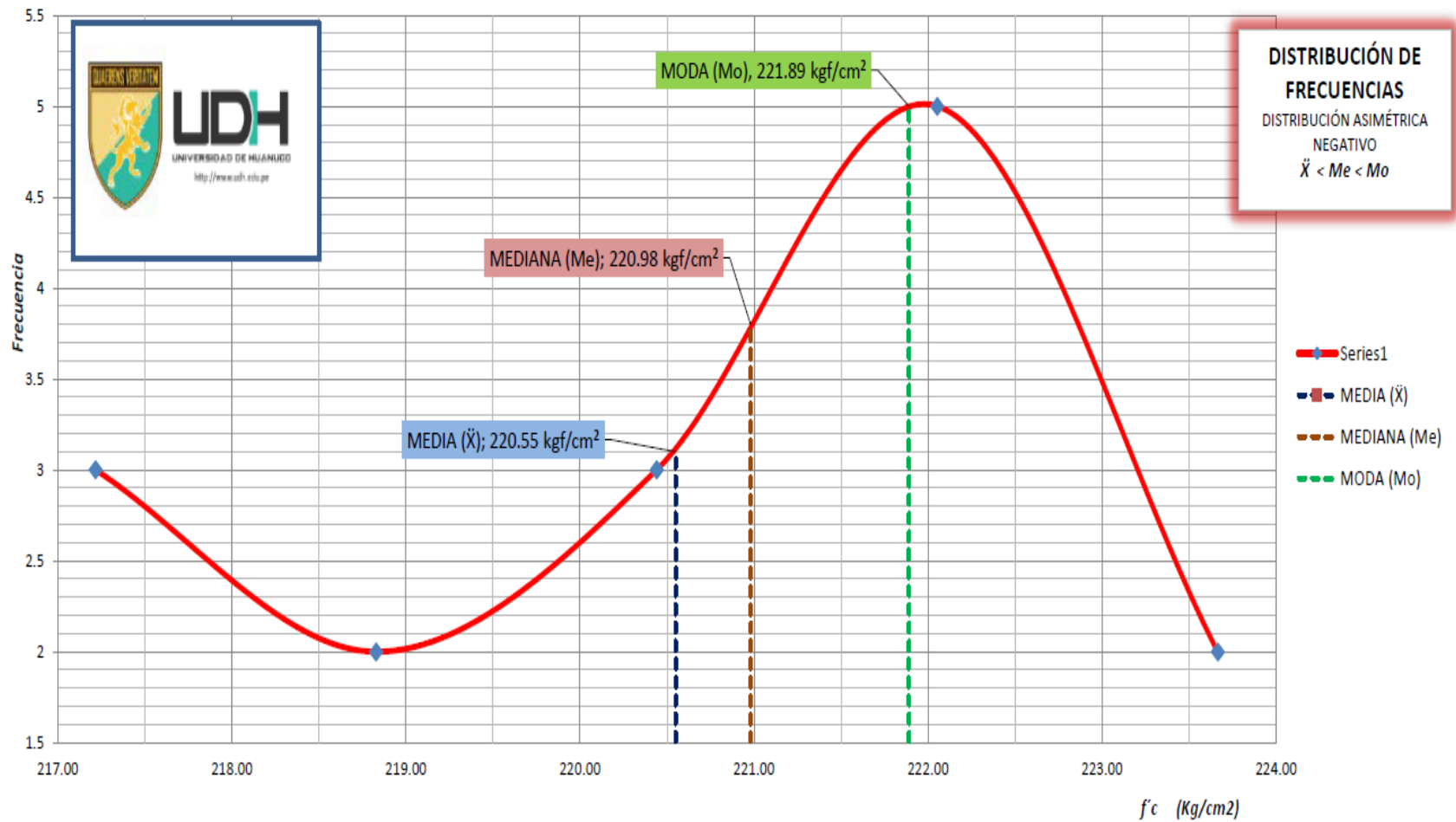
xi = Marca de Clase

fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada

GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



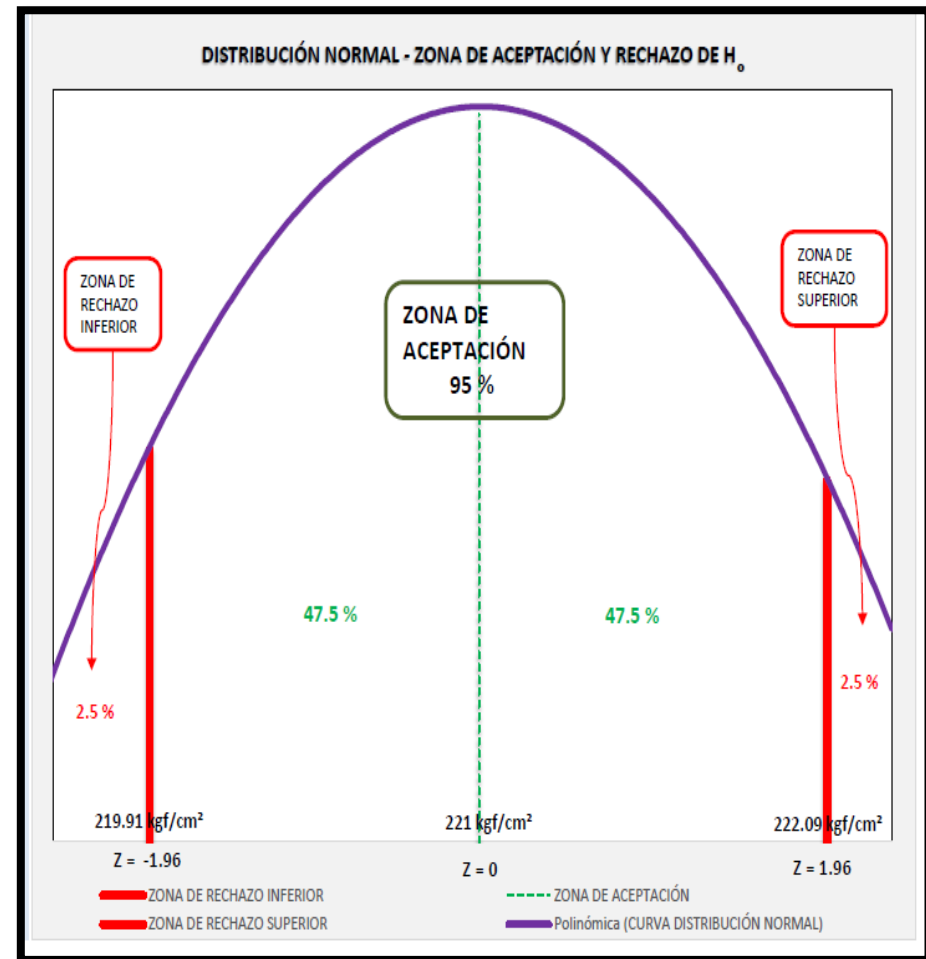
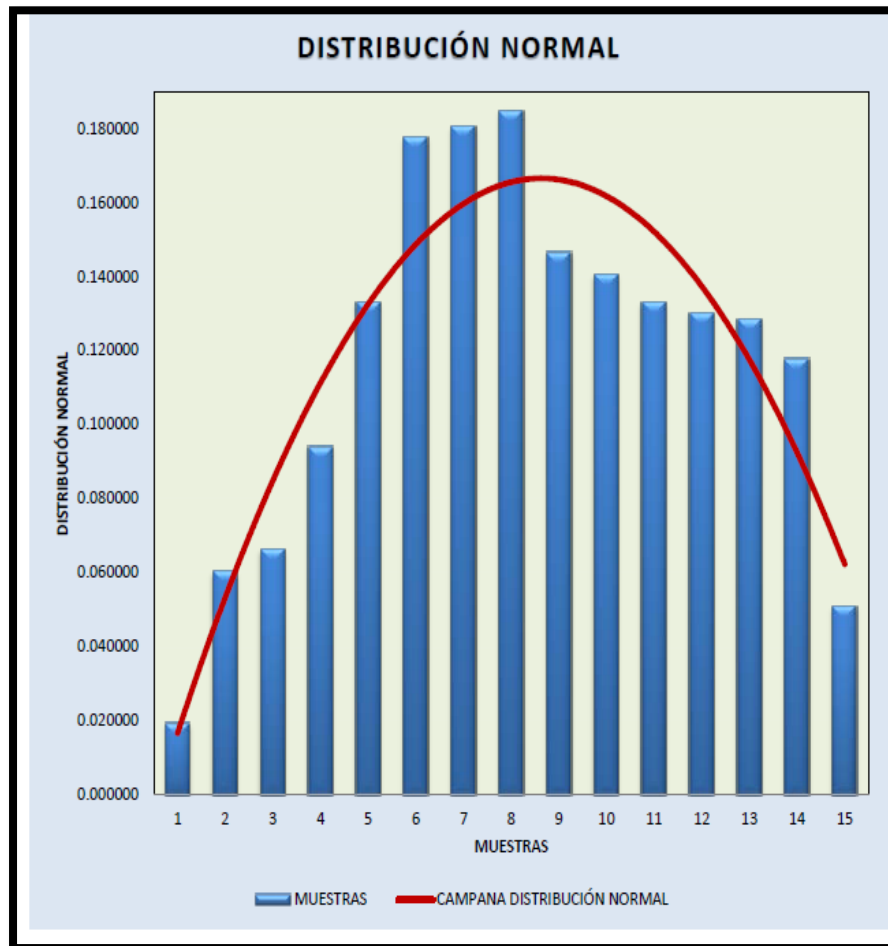
CALCULO DE DISTRIBUCION NORMAL Y LOS PARAMETROS ESTADISTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 07	1	216.41	0.019315
M - 15	2	217.77	0.060379
M - 06	3	217.91	0.066385
M - 05	4	218.49	0.094023
M - 02	5	219.25	0.133021
M - 09	6	220.39	0.177475
M - 13	7	220.53	0.180375
M - 12	8	220.95	0.184646
M - 11	9	222.47	0.146515
M - 04	10	222.60	0.140381
M - 10	11	222.75	0.133021
M - 03	12	222.81	0.130011
M - 14	13	222.84	0.128494
M - 08	14	223.05	0.117723
M - 01	15	224.47	0.050821

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.09 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	222.09 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	219.91 kgf/cm²
	219.91 kgf/cm² ≤ μ ≤ 222.09 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 219.91 kgf/cm² a 222.09 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

GRÁFICOS

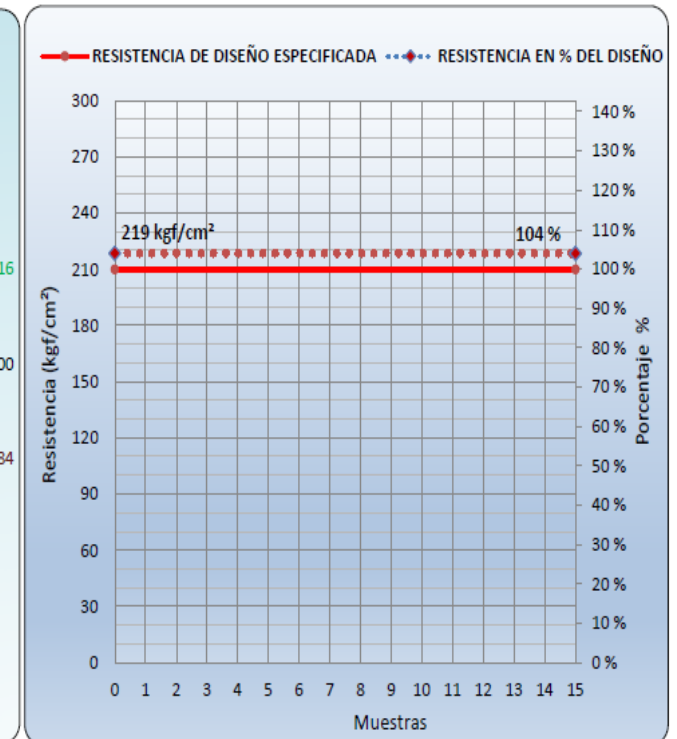
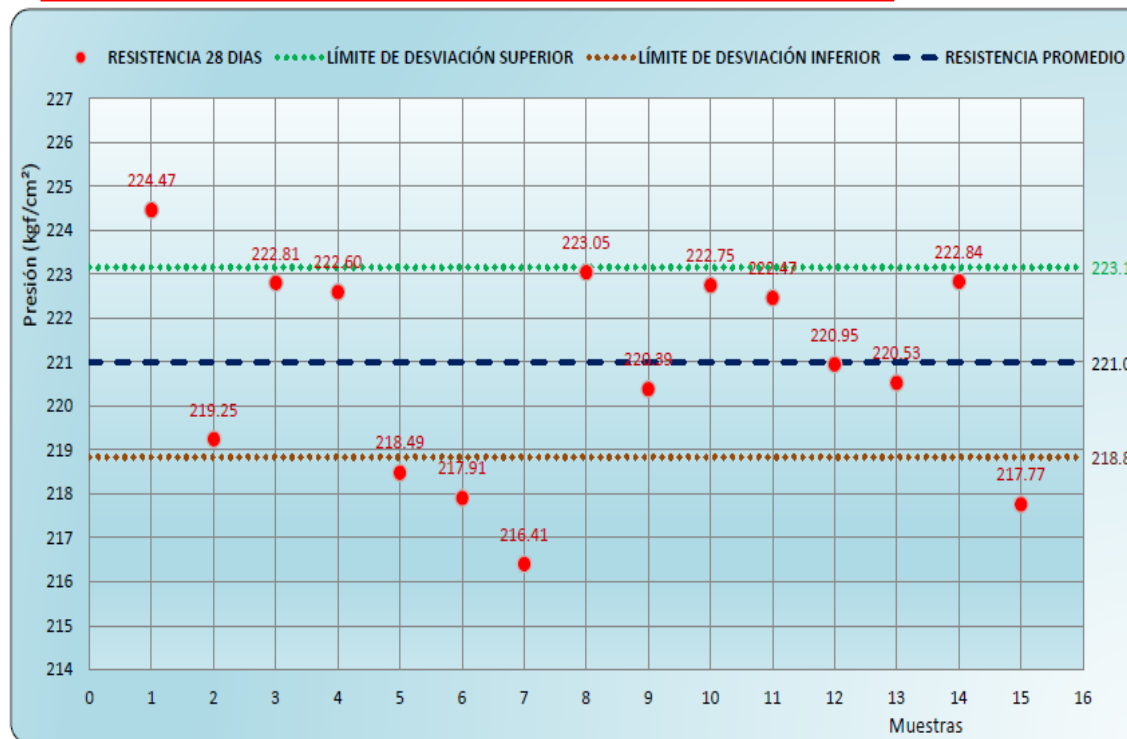


RESULTADOS Y GRAFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	221 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	2.16 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	219 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	0.98 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	104 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



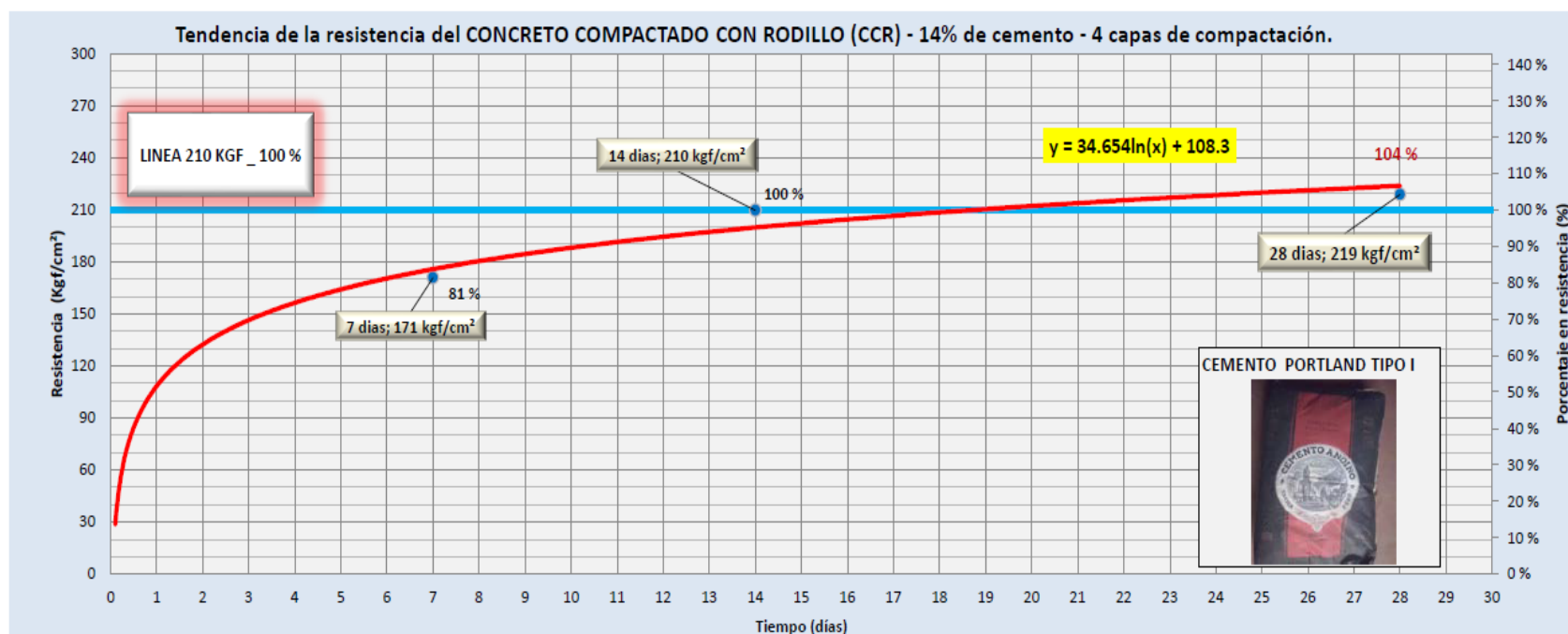
CUADRO DE RESUMEN Y GRAFICA DE EVOLUCION DEL CONCRETO

_ % CEMENTO: 14%

_ COMPACTACIÓN: 4 CAPAS

_ TIEMPO COMPACTACIÓN: 15 seg.

<div><div><div>% CEMENTO: 14%</div><div>COMPACTACIÓN: 4 CAPAS</div><div>TIEMPO COMPACTACIÓN: 15 seg.</div></div></div>	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESITENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm²	171 kgf/cm²	210 kgf/cm²	219 kgf/cm²	f'c = 34.654*ln(días) + 108.3
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c=210 kgf/cm²)	0 %	81 %	100 %	104 %	



Se puede precisar que en relación a la evolución de la resistencia de concreto referencial $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y a la del concreto compactado con rodillo con una proporción de 14% de cemento y a cuatro capas de compactado, a los 28 días de curado, supera en una resistencia de $F'c = 9 \text{ kg/cm}^2$.

4.2 Contrastación y prueba de hipótesis.

4.2.1 Prueba de hipótesis.

Antes de realizar la prueba de Hipótesis es necesario determinar el instrumento que utilizaremos para la contratación, para ello usaremos la prueba de normalidad de Sharpiro – Wilk para muestras pequeñas y establecer si los instrumentos obedecen a la estadística paramétrica o no paramétrica.

Tabla 42: Prueba de normalidad.

	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR)	0,971	15	0,850
Rehabilitación de Vías Urbanas	0,896	15	0,390

*Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas.
Elaboración propia.*

H₀: Los datos (Variable) provienen de una distribución normal

H_a: Los datos (Variable) NO provienen de una distribución normal

Interpretación

La prueba de normalidad indica que la variable comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR), el valor estadístico es de 0,971 con 15 grados de libertad, el valor de significancia es igual 0,850, como este valor es mayor al 0,05 se infiere que hay razones para aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna, concluyendo que los datos provienen de una distribución normal.

Sobre la variable rehabilitación de vías, el valor estadístico es de 0,896 con 15 grados de libertad, el valor de significancia es igual 0,390, como este valor es mayor al 0,05 se infiere que hay razones para aceptar la hipótesis nula, es decir que los datos provienen de una distribución normal.

En conclusión, la prueba de normalidad indica que los datos tienen distribución normal y no ha sido superada, en función al p-valor obtenido (valores menores a 0.05), por lo que es pertinente el uso del procedimiento estadístico paramétrico tal como la T de student para muestras relacionadas de comparación.

4.2.2 Contraste de Hipotesis General

Ho: Optimizando el porcentaje de cemento y el numero de capas de compactado no se obtiene un comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo CCR recomendable para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huanuco, 2017.

Ha: Optimizando el porcentaje de cemento y el numero de capas de compactado se obtiene un comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo CCR recomendable para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huanuco, 2017.

Tabla 43: Prueba de hipótesis.

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Capas - 10% Cemento días - Resistencia Kg/cm2	-0,500	0,978	0,200	-0,913	-,087	-2,505	15	0,020
Par 2	Capas -12 % Cemento días - Resistencia Kg/cm2	-6,125	7,479	1,527	-9,283	-2,967	-4,012	15	0,001
Par 3	Capas - 14% Cemento días - Resistencia Kg/cm2	-6,125	7,303	1,491	-9,209	-3,041	-4,109	15	0,000

Interpretación

El resultado obtenido indica que si ha sido posible demostrar la hipótesis alterna con un nivel de significancia de 0.05, que optimizando el porcentaje de cemento y el número de capas de compactado se obtiene un comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo CCR recomendable para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huanuco, 2017, esto se observa en el p-valor obtenido (0.000), el cual es menor a lo permitido, en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula. La información descriptiva indica que habiéndose realizado ensayos con diferentes proporciones de 10%, 12% y 14% de cemento de tres y cuatro capas de compactado en la elaboración de un concreto compactado de rodillo CCR.

Se corroboró que el 14% de cemento a cuatro capas de compactado a los veintiocho días de curado es la recomendable para pavimentación y rehabilitación de vías urbanas en la ciudad de Huánuco, ya que los resultados de la prueba de hipótesis arrojó mejores resultados del p valor a diferencia de lo demás.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Contrastación de resultados del trabajo de investigación.

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis planteada que establece que optimizando el porcentaje de cemento y el número de capas de compactado se obtiene un comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo CCR recomendable para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco – 2017 y llegamos a la determinación de que los objetivos de la investigación fueron alcanzados.

Se realizará en este capítulo el análisis de los datos obtenidos de los distintos ensayos y pruebas al CCR. Primero se analizará las propiedades de los agregados que están establecidas por la Norma Técnica Peruana (NTP), dichos valores son de gran importancia puesto que ello influye directamente en las propiedades del comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo (CCR). Cabe mencionar que los agregados en estudio fueron extraídos de la Cantera de Limón Pampa – La Esperanza - Huánuco (margen derecho del río Huallaga), cuyas coordenadas geodésicas son: Este-367965, Norte-8906990, Altitud-1782 msnm.

Respecto a las pruebas al CCR, si cumplen con las especificaciones se determina como apto para su uso planteado en la investigación.

El análisis estadístico de la resistencia a la compresión de las probetas del (CCR), se ha realizado a las edades de ensayo de 7, 14 y 28 días, para así conocer la calidad del concreto y su correlación con las proporciones de cemento de 10%, 12% y 14% a tres y cuatro capas de compactado respectivamente.

5.1.1 Análisis de los resultados de las pruebas preliminares a las propiedades de los materiales del CCR.

➤ **Análisis de las características físicas y mecánicas del agregado fino y grueso.**

Luego de seleccionar la cantera y de la extracción de los agregados se realiza los ensayos referentes para determinar las características físicas y mecánicas de los agregados. Especificadas a continuación:

Tabla 44: CARACTERISTICAS FISICAS DE A. FINO, A. GRUESO, ARENA Y CEMENTO.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES DEL CCR	A. FINO	A. GRUESO	ARENA	CEMENTO	UNIDAD
Contenido de humedad	2.36	1.65	2.28	-----	%
Absorción	3.12	3.49		-----	%
Peso volumetrico varillado	1641	1664	1647	-----	Kg/m3
Peso volumetrico suelto	1453	1483	1462	-----	Kg/m3
Grado de acidez suspendido en el agua del agregado	6.4	6.2	6.5	-----	Ph
Densidad del cemento	-----	-----	-----	2.917	-----
Equivalente de arena	83	85	-----	-----	%

Según los resultados obtenidos se puede concluir que los agregados de la Cantera de Limón Pampa – La Esperanza – Huánuco, cumple con los parámetros normalizados para agregados en concreto de la norma NTP 400.037 (Agregados).

➤ **Granulometría de los agregados.**

En las siguientes tablas y figuras se observa los ensayos de en los agregados, como el análisis del cribado, las curvas granulométricas del agregado fino, grueso y combinado.

Los que se busca es que los usos granulométricos estén enmarcados dentro de la norma NTP 400.037 y en cumplimiento dentro los límites recomendados en el ACI, siendo el promedio de tres muestras M-1, M-2 y M-3 para cada uno respectivamente.

En los gráficos y tablas se observa los porcentajes retenidos, los pasantes, los tamaños máximos nominales, su módulo de finesa, pesos unitarios, abrasión, humedad, etc.

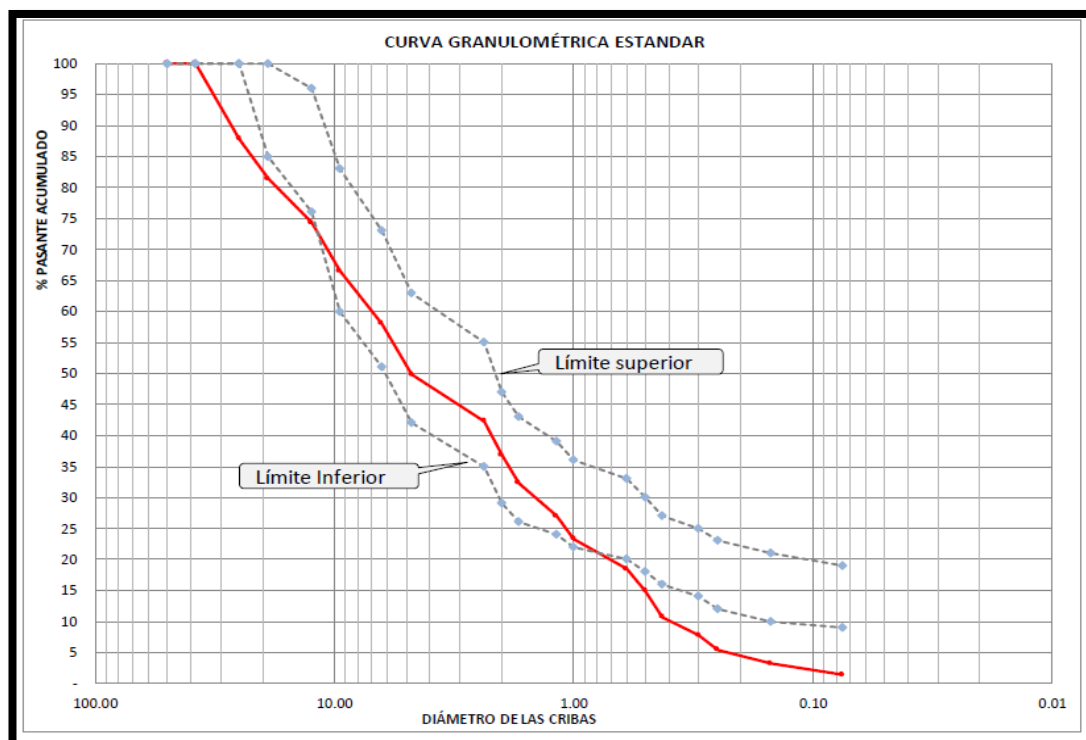
Respecto a las curvas granulométrica estándar de la combinación del agregado grueso- fino-arena-cemento, se observa que se encuentra fuera ligeramente del rango del límite inferior, estando en fusión a los tamaños estándares de España-Europa (CCR), pero se logra apreciar en el gráfico que la curva se ubica en mayor porcentaje dentro de los límites que la norma ACI establece y en comparación con los valores obtenidos según (Palomares, 1998).

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Palomares (1998) y Huamani (2016), la cual usan la noma ACI para materiales elaborados en concreto en la que su contenido de los finos está en rango no mayor a 5 %, la cual en nuestro caso es de 1.4% (malla N° 200) en la combinación de agregados según la norma ASTM C 33 (Standard Specification for Concrete Aggregates).

Tabla 45: ANALISIS DEL CRIBADO DEL AGREGADO FINO

5.- Análisis del Cribado:			COMBINACIÓN: AG. FINO + AG. GRUESO + ARENA FINA + CEMENTO						
Peso hormigón natural + bandeja			9273.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			9255.00 g	
Peso hormigón seco + bandeja			9255.00 g		Peso bandeja			705.00 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares: Europea - España (CCR)			
						HUSO: -		HUSO: 3/4"	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1. 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1"	25.00	1037.0	1037.00	12.14	87.86	-	-	100.0	100.0
3/4"	19.00	550.0	1587.00	18.58	81.42	-	-	85.0	100.0
1/2"	12.50	607.0	2194.00	25.68	74.32	-	-	76.0	96.0
3/8"	9.50	663.0	2857.00	33.45	66.55	-	-	60.0	83.0
1/4"	6.35	724.0	3581.00	41.92	58.08	-	-	51.0	73.0
# 04	4.75	703.0	4284.00	50.15	49.85	-	-	42.0	63.0
# 08	2.36	643.0	4927.00	57.68	42.32	-	-	35.0	55.0
# 10	2.00	470.0	5397.00	63.18	36.82	-	-	29.0	47.0
# 12	1.70	385.0	5782.00	67.69	32.31	-	-	26.0	43.0
# 16	1.18	457.0	6239.00	73.04	26.96	-	-	24.0	39.0
# 18	1.00	311.0	6550.00	76.68	23.32	-	-	22.0	36.0
# 30	0.60	418.0	6968.00	81.57	18.43	-	-	20.0	33.0
# 35	0.50	301.0	7269.00	85.10	14.90	-	-	18.0	30.0
# 40	0.43	359.0	7628.00	89.30	10.70	-	-	16.0	27.0
# 50	0.30	254.0	7882.00	92.27	7.73	-	-	14.0	25.0
# 60	0.25	200.0	8082.00	94.61	5.39	-	-	12.0	23.0
# 100	0.15	187.0	8269.00	96.80	3.20	-	-	10.0	21.0
# 200	0.075	153.0	8422.00	98.60	1.40	-	-	9.0	19.0
Cazoleta	-	120.0	8542.00	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	120.00 g							
TOTAL:		8542.00	Error mecánico < 3 % +,-		0.09 %				

Tabla 46: RESULTADO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.



El error mecánico es $< 3 \% +, - 0.09 \%$, con un total de peso tamizado y acumulado de 8542.00 gr, un módulo de fineza de 5.04 haciendo un total del material granular de 98.6% y 1.40% de finos, con un 0.21% de humedad, tamaño máximo 1.1/2", TMN 1", % de gravas de 50.20 % y de arena 48.40%.

5.1.2 Resultados del Diseño de mezclas óptimo.

➤ Proctor modificado

Resumiendo, los resultados de los datos obtenidos de los ensayos de proctor modificado según (ASTM D 1557 Procedimiento C) en relación a las proporciones ensayadas de los porcentajes de cemento, se puede observar en la tabla de resumen de *DENSIDADES SECA MAXIMA* (gr/cm³) y *HUMEDAD OPTIMA* (%) obtenidas para cada uno de los casos.

La proporción y le método de compactación según las normas (NTP 339.414 y ASTM D 1557) establecen la forma de determinar las proporciones y el método de compactación en la cual según el factor de variación que para este caso fue de 0.2322 y según los resultados se determinó que el % de material retenido en la criba 3/4" fue menor al 30 % total de la masa con un valor de 18.84% la cual cumple según la siguiente tabla, por ello que el método de compactación a emplear es el C.*

Tabla 47: DETERMINACION DEL METODO DE COMPACTACION

SI, EL MATERIAL RETENIDO	ES ENTONCES ES EL MÉTODO	MÉTODO A EMPLEARSE
Reten 3/4" = 18.84 %	≤ del 30% C	MÉTODO C
Reten 3/8" = 33.92 %	≤ del 25% B	
Reten N° 04 = 50.87 %	≤ del 25% A	

Tabla 48: Resumen de datos Obtenidos de la Compactación de Agregados.

RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS			
Cemento	Mezcla Nº 1	Mezcla Nº 2	Mezcla Nº 3
	10%	12%	14%
Peso unitario maximo seco (Kn/m3)	21.24	21.52	21.57
Densidad maxima seca (gr/cm3)	2.17	2.19	2.2
Humedad optima(%)	8.2	8.8	9

Al realizar el análisis de los resultados de la tabla N° 46 se observa que la mayor densidad máxima seca obtenida de las tres mezclas con diferentes proporciones de cemento fue la de 14%, al igual que peso unitario máximo seco con un valor de 2.20 gr/cm³ y la humedad optima llegando a 9%. A diferencia a valor obtenido de la densidad máxima seca de *Palomares (1998)*, fue de 2.37 gr/cm³, pero en ambos casos están dentro de los parámetros de la ASTM D 1557.

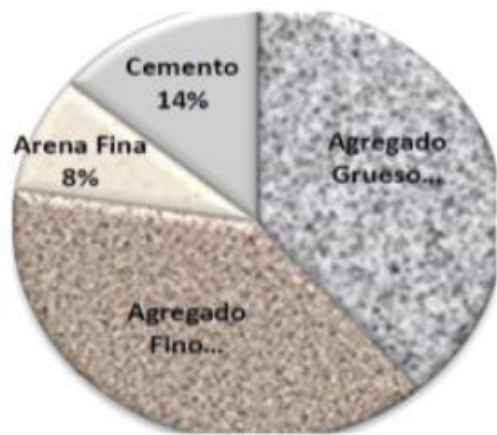
En el laboratorio se pudo determinar que durante la realización del ensayo de proctor modificado (ASTM D1557 Procedimiento C), se obtuvo un mejor acabado y una mejor trabajabilidad en aquella mezcla con un mayor porcentaje de cemento, la cual se llega a la conclusión que las de 14 % de cemento presentó mejor acabado superficial y mejor consistencia en la mezcla.

➤ **Resultados de la cantidad de material por m3 de concreto para el diseño optimo del concreto convencional y concreto compactado con rodillo (CCR).**

Resumiendo, los resultados obtenidos del diseño de mezclas del concreto compactado con rodillo (CCR), con el uso de los conceptos de compactación de suelos, la norma (ASTM D1557) y la norma (NTP 339.141) referente al método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el esfuerzo modificado (2,700 KN-m/m³). Cuyo objeto fue el de seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

El diseño de mezclas que obtuvo mejor resultado en los ensayos de compresión cilíndrica del CCR fue la de la proporción de 14% de cemento. En comparación a las cantidades de materiales de diseño de un concreto convencional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando por PALOMARES (1998), presenta una reducción considerable y consecuentemente con ello pudiendo lograr ahorros económicos significativos en grandes escalas de ejecución.

Tabla 49: Calculo de materiales por m3 de concreto convencional y un CCR

TOTAL DE MATERIALES POR M3			
CONCRETO CONVENCIONAL $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR)- 14% CEMENTO	
MATERIALES DE DISEÑO		MATERIALES DE DISEÑO	
DESCRIPCION	TOTAL	DESCRIPCION	TOTAL
Cemento	375 Kg	Cemento	140 kg
Agua de diseño	290	Agua de diseño	198 lt
Agregado Fino seco	735 kg	Arena fina	86 kg
		Agregado Fino	687 kg
Agregado grueso seco	1035 kg	Agregado Grueso	1187 kg
Aire total	2%	Aire total	2%
			

5.1.3 Análisis de la influencia en la resistencia a la compresión de concreto compactado con rodillo (CCR) con la variación de los porcentajes de cemento y el número de capas de compactado.

- Resistencia a la compresión con porcentajes de cemento del 10%, 12% y 14% de cemento a tres capas de compactado.

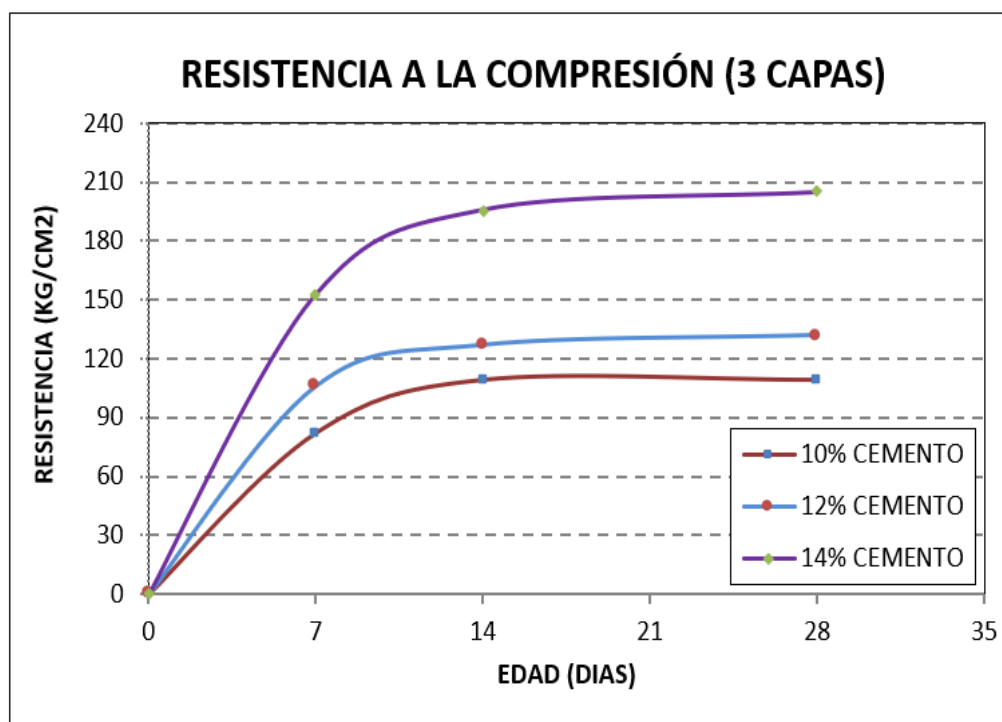


Figura 33: Resistencia a la compresión con porcentajes de cemento al 10%, 12% y 14% a tres capas de compactado.

RESULTADO:

Se tomo como como guía la NTP 339.034 (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto) en la cual la figura N° 33 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (10%, 12%, 14%) a tres capas de compactado de las cuales se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo de maduración de 7, 14 y 28 días, con un 14% de cemento, obteniendo una resistencia promedio de 205 kg/cm^2 a los 28 días.

- **Resistencia a la compresión con porcentajes de cemento del 10%, 12% y 14% de cemento a cuatro capas de compactado.**

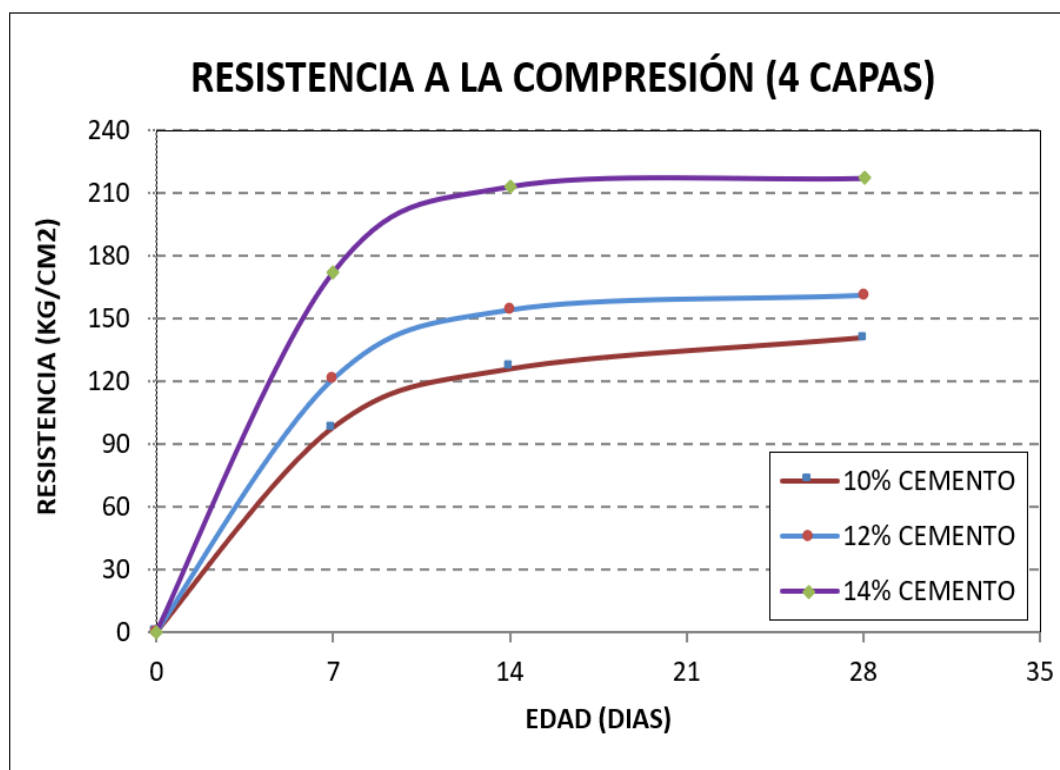


Figura 34: Resistencia a la compresión con porcentajes de cemento al 10%, 12% y 14% a cuatro capas de compactado.

RESULTADO:

Se tomó como guía la NTP 339.034 (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto) en la cual la figura N° 34 representa la relación existente entre la resistencia a la compresión, el tiempo (días), porcentaje de cemento (10%, 12%, 14%) a cuatro capas de compactado de las cuales se observa la variación de la resistencia a la compresión con respecto al tiempo de maduración de 7, 14 y 28 días, con un 14% de cemento, obteniendo una resistencia promedio de 222 kg/cm^2 a los 28 días.

- Resistencia a la compresión de tres y cuatro capas de compactado con un porcentaje de cemento del 14% a los 7, 14 y 28 días.

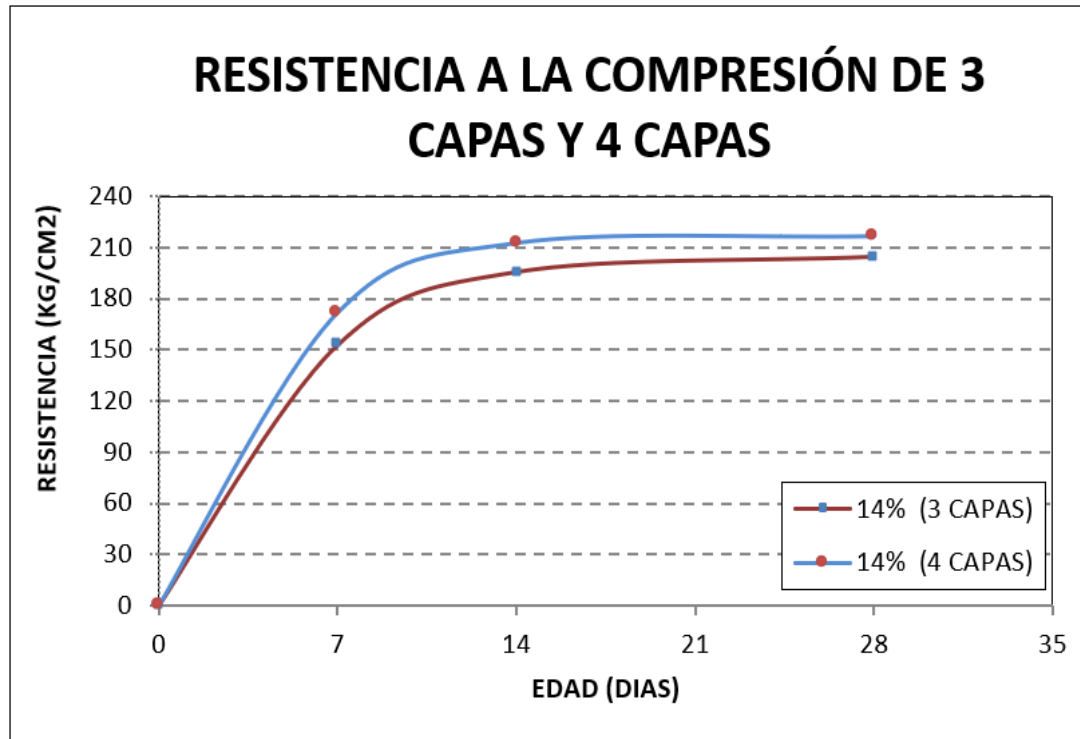


Figura 35: Resistencia a la compresión con un porcentaje de 14 % de cemento para tres y cuatro capas de compactado.

RESULTADO:

En el gráfico N° 35 representa la relación existente de resistencia a la compresión de las probetas ensayadas con tres y cuatro capas de compactado respectivamente y el porcentaje de cemento utilizado para ambos casos fue de 14% para ello se tomó como guía la NTP 339.034 (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto la cual se aprecia que a los 7 días de curado existe una variación de 18 kg/cm^2 , a los 14 días de curado la diferencia es de 14 kg/cm^2 y a los 28 días de curado la variación fue de 17 kg/cm^2 , notando que las probetas elaboradas con 14% de cemento y a cuatro capas de compactado supera en resistencia a las de tres capa de compactado obteniendo un $F'c$ de 222 kg/cm^2 a sus 28 días de curado.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

- Hasta el momento no se tiene evidencias de que el CCR no pueda ser empleado en la construcción o rehabilitación de vías urbanas, caminos de bajo volumen de tránsito, por lo contrario, las referencias de experiencias en el extranjero dan fe de tener un gran potencial en muchos aspectos de tiempo de ejecución, durabilidad, alta resistencia, buen acabado superficial, bajo costo económico, etc.
- Los agregados utilizados en esta investigación para elaborar las mezclas del concreto compactado con rodillo (CCR) cumplen con las especificaciones que estipula la norma NTP y la ASTM, la cual está basada en la calidad de los agregados para este tipo de concreto.
- El diseño óptimo de mezclas en la cual los componentes de masa del concreto compactado con rodillo (CCR) en Huánuco, luego de realizar el diseño y evaluar se concluye que el que tuvo un mejor comportamiento mecánico fue el de las proporciones de 14% de cemento, teniendo como dosificación por m³ de concreto de 17% de agua, 32% de Agregados grueso, 32% de Agregados finos y 7% de arena fina.
- Luego de evaluar las propiedades del concreto compactado con rodillo (CCR) en su estado endurecido a los 7, 14 y 28 días de curado, las variaciones son notorias en su rango de resistencia mecánica a la compresión. El moldeado de los especímenes para la elaboración del CCR con un 14% de cemento y a cuatro capas de compactado con vibro compactador, fue el que presentó mejores resultados semejantes a la resistencia de un concreto convencional F_c 210 kg/cm² usado como referencia. Se determinó la adquisición de una resistencia semejante, con un porcentaje inferior de cemento y agua, haciendo un ahorro económico significativo, llegando a la conclusión de ser una alternativa viable.

RECOMENDACIONES

7. RECOMENDACIONES

- El objetivo de la investigación es el de proponer una nueva alternativa para la rehabilitación de las vías urbanas en la ciudad de Huánuco, pero se recomienda el no generalizar su uso del CCR ya que aún no se cuenta con proyectos locales ni nacionales que permitan comparar su desempeño de este tipo de concretos empleados en las obras viales.
- La compactación de la mezcla CCR en el laboratorio debe realizarse con un equipo adecuado, de tal manera que se obtenga la misma densidad que se alcanzara con el equipo de campo, típicamente un rodillo vibratorio de 10 Tn. Para lograr este objetivo, en la presente investigación, las probetas de CCR se elaboraron utilizando un martillo vibratorio, adaptándole en el extremo un disco plano de diámetro ligeramente menor a de la probeta detallada en el desarrollo de la investigación.
- Es necesario reconocer que hay mucho por aprender acerca de las mezclas de CCR, por lo que se requiere realizar más investigaciones con una cantidad mayor de especímenes y ensayos, afín de una mejor utilización y adaptación de esta nueva tecnología, lo que permitirá que el Perú se puede desarrollar en esta técnica al igual que otros países, creando alternativas de solución a problemas relacionados a la construcción de nuevos pavimentos y la rehabilitación de los existentes.

- Se debe realizar de manera constante un riguroso control durante la compactación en el CCR, revisar las densidades a través de densímetros nucleares o equipos la cual sean posibles obtener los resultados de los grados de compactación de manera rápida, la cual son fundamentales para no tener un exceso ni falta de compactación.
- Con respecto a los grados de compactación, es recomendable que en la ejecución de algún proyecto del CCR se pase con rodillo sin vibración y después las pasadas pertinentes con rodillos vibrando, llevando un riguroso control de densidad de campo con referencias a los estudios preliminares del proyecto en laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Tópicos de Tecnología del Concreto Segunda Edición 2004 – colegio de ingenieros del Perú; Autor: Ing. Enrique Pasquel Carbajal
- Cemex, (2008). Concreto compactado con rodillo para pavimentos CCR.
- Miriam Escalaya, (2006). Diseño de Mezclas de concreto compactado con rodillo utilizando conceptos de compactación de suelos
- (Rivva López). Tecnología del concreto Lima-Perú (Rivva López)
- Parmigiani, M. y Di Pace, (2000). Diseño estructural de pavimento de hormigón compactado con rodillo. Centro Técnico del Hormigón.
- Solano, J., (2009). Concreto compactado con rodillo y su aplicación en pavimentos y represas.
- Marcio R. Pitta, (2008). Estado del arte de los pavimentos de concreto compactado con rodillo.
- Enrique Palomares, (1998). Características técnicas del concreto compactado con rodillo.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones 9n Edición.
- NTP 334.005. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.
- NTP 334.009. (2011). Cemento portland. Requisitos. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.035. (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.036. (2011). Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.088. (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Requisitos. Lima, Perú: Indecopi.

- NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.
- NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
- NTP 339.146, Método de prueba estándar para Equivalente de Arena valores de suelos y agregados finos.
- NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.
- NTP 339.183. (2009). Mezclado, muestreo y elaboración de especímenes en laboratorio. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.183. (2009). Práctica normalizada para el curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.184. (2002). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.185. (2002). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.010. (2001). Extracción y preparación de las muestras. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.011. (2008). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.012. (2001). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP: 400.019-2002, (Resistencia de agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.
- NTP 400.021. (2002). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima, Perú: Indecopi.

- NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.
- NTP 400.037. (2002). Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.043. (2006). Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. Lima, Perú: Indecopi.

ANEXOS

ANEXO I

RESOLUCION DE APROBACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 669-2017-CF-FI-UDH

Huánuco, 16 de octubre del 2017

Visto, el Oficio N° 300-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente al bachiller Peter Andy ESPINOZA TORRES, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 1856-17, del Programa Académico de, Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller Peter Andy ESPINOZA TORRES ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 300-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 12 de octubre del 2017 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- APROBAR, el Proyecto de Investigación y su ejecución intitulado:

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VIAS URBANAS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO-2017” representado por el bachiller Peter Andy ESPINOZA TORRES, del Programa Académico de Ingeniería Civil

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD

Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Ing. Ricardo Sachun Garza
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – D PIA – CGT – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.
RSG/GLT.

ANEXO II

RESOLUCION DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 977-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 01 de octubre de 2018

Visto, el Oficio N° 438-C-EAPIC-FI-UDH-2018 presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1928-18, presentado por el (la) estudiante **Peter Andy, ESPINOZA TORRES**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1928-18, presentado por el (la) estudiante **Peter Andy, ESPINOZA TORRES**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 365-2017-D-FI-UDH, de fecha 26 de Junio de 2017, en la cual se designa como Asesor de Tesis del alumno **Peter Andy, ESPINOZA TORRES** al Ing. Earle Tangoa Bernardo, el mismo que a la fecha no tiene vínculo laboral con esta Universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 365-2017-D-FI-UDH, de fecha 26 de Junio de 2017.

Artículo Segundo.- DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del estudiante **Peter Andy, ESPINOZA TORRES** al Ing. Edwin Agustin Almerco Palacios, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Ing. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIA- Asesor - Exp. Graduando - Mat. y Reg.Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.
RSG/JPR/nto

ANEXO III

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR	METODOLOGIA
¿Cuál será en porcentaje óptimo de cemento y el número de capas de compactado del concreto compactado con rodillo (CCR), recomendable para su uso en la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco - 2017?	V. INDEPENDIENTE Uso del CCR como propuesta para la rehabilitación de las vías urbanas.	Ensayos preliminares Determinación de las características de los materiales, composición química y mecánica del concreto compactado con rodillo.	<ul style="list-style-type: none">➤ Análisis granulométrico, densidad relativa, peso volumétrico y ph de los agregados.➤ Contenido de humedad.➤ Densidad del cemento➤ Equivalente de arena➤ Desgaste de gravas➤ Compactación de los agregados.	<p>TIPO DE INVESTIGACION</p> <p>ENFOQUE: El enfoque de investigación es <i>CUANTITATIVO</i> puesto que las variables constan de factores de medición y los ensayos en laboratorio que están acorde a las normas en vigencia.</p> <p>ALCANCE: Como el fin de la investigación es el determinar la resistencia a la compresión del concreto compactado con rodillo (CCR) óptimo para proponer la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco, en relación a los valores planteados del porcentaje de cemento y grado de compactación con un numero de capas en relación a un concreto convencional de F'c= 210 kg/cm2, se concluye que alcance de la investigación es <i>APLICATIVA</i>.</p> <p>DISEÑO:</p> <ul style="list-style-type: none">• Experimental: Por la necesidad de establecer la causa de la manipulación presentando el siguiente diseño:<ul style="list-style-type: none">✓ Por el tipo de conocimiento : Científica✓ Por la naturaleza del objeto de estudio : Formal✓ Por el ambiente donde se realiza : De campo• Prospectivo: Es prospectiva puesto que las pruebas y ensayos determinan la veracidad de la hipótesis general en un futuro cercano.• Longitudinal: Es longitudinal puesto a que el objetivo es el analizar los cambios que ocurren en un intervalo de tiempo y son realizados en laboratorio para obtener las características que servirá como guía para poder realizar la comparativa de un mismo tipo de concreto, pero con diferentes características en proporciones y capas de compactado. <p>POBLACION Y MUESTRA</p> <ul style="list-style-type: none">• Población: La población está conformada por tres diseños de mezcla (10%, 12% y 14%) de contenido de cemento respectivamente, compactados en tres y cuatro capas, haciendo un total de 270 especímenes de concreto,• Muestra.: Con el fin de obtener un mayor grado de confiabilidad, el tamaño de la muestra será el 100% de los especímenes de concreto que se tuvo en consideración para esta investigación. La norma E 0.60 concreto armado del reglamento nacional de edificaciones, capítulo 5 calidad del concreto mezzclado y colocación, 5.3.3.1 refiere que cuando el propósito es documentar la resistencia promedio se puede registrar los ensayos que consistan en menos de 30, pero no menor a 10 ensayos consecutivos.
	V. DEPENDIENTE Análisis del comportamiento mecánico del CCR.	Diseño de Mezclas Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.	NTP 339.141 Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).	
		PORCENTAJES DE CEMENTO - 10% - 12% - 14%	Valores registrados de la rotura de las probetas expresados en Kg/ cm 2 en el ensayo de tracción. Porcentajes de cemento (10%, 12% y 14%) N° de capas de compactado (3 capas y 4 capas)	
		N° DE CAPAS PARA COMPACTADO DEL CCR - 3 capas - 4 capas		
HIPOTESIS	OBJETIVOS			
	OBJETIVO GENERAL		OBJETIVOS ESPECIFICOS	
Ha: Optimizando el porcentaje de cemento y el número de capas de compactado se obtiene un comportamiento mecánico del concreto compactado con rodillo CCR recomendable para la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco- 2017	Determinar el porcentaje óptimo de cemento y el número de capas de compactado del concreto compactado con rodillo (CCR), recomendable para su uso en la rehabilitación de las vías urbanas de la ciudad de Huánuco - 2017		<ul style="list-style-type: none">➤ Determinar las propiedades de los materiales a usarse en el Concreto Compactado con Rodillo (CCR).➤ Realizar el diseño óptimo de mezcla del concreto compactado con rodillo (CCR) en Huánuco.➤ Evaluar la influencia de la resistencia a la compresión del CCR con la variación de los porcentajes de cemento y los números de capas de compactado hasta obtener un F'c óptimo	
INSTRUMENTOS	<ul style="list-style-type: none">➤ Equipos de laboratorio: juego de tamices, estufa a temperatura constante, balanzas digitales, termómetro, medidor de aire, cilindros graduados, martillo vibratorio, máquina de ángeles, máquina universal-resistencia a compresión e implementos utilizados para llevar a cabo los ensayos correspondientes (mezcladora, carretilla, molde y cuchara metálica, barra compactadora, moldes cilíndricos, de metal, entre otros).➤ Normas NTP: Normas técnicas peruanas y Normas ASTM: American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales.➤ Reglamento Nacional e Edificaciones E.060.➤ Planillas y cuadros para el registro de los resultados.			

ANEXO IV

PANEL FOTOGRAFICO



FOTO 1 y 2: SELECCION DE MATERIAL DE CANTERA ADECUADO PARA LA INVESTIGACION.





FOTO 3 y 4: ZARANDEO DEL MATERIAL GLOBAL Y ACOPIO EN COSTALES PARA SU TRANSPORTE AL LABORATORIO DE SUELOS.





FOTO N° 5

FOTO 5: EXTENDIDO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO



FOTO N° 6

FOTO 6: DETERMINANDO EL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.



FOTO N° 7

FOTO 7: SECADO DE LA HUMEDAD NATURAL EN EL AGREGADO GRUESO Y FINO.



FOTO N° 8

FOTO 8: CUARTEO DE MUESTRA DEL AGREGADO GLOBAL



FOTO 9: SEPARADO DE MUESTRA (A. GRUESO- A. FINO)



FOTO 10: CUARTEO DEL AGREGADO GRUESO Y DEL AGREGADO FINO.



FOTO 11: ENSAYO DE GRANULOMETRIA - SECADO DE MUESTRA



FOTO 12: ENSAYO DE PESO VOLUMETRICO SUELTO VARILLADO.



FOTO 13: ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL AGREGADO. FINO.



FOTO 14: ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL AGREGADO GRUESO (PESO SUMERGIDO).



FOTO 15: ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL CEMENTO.



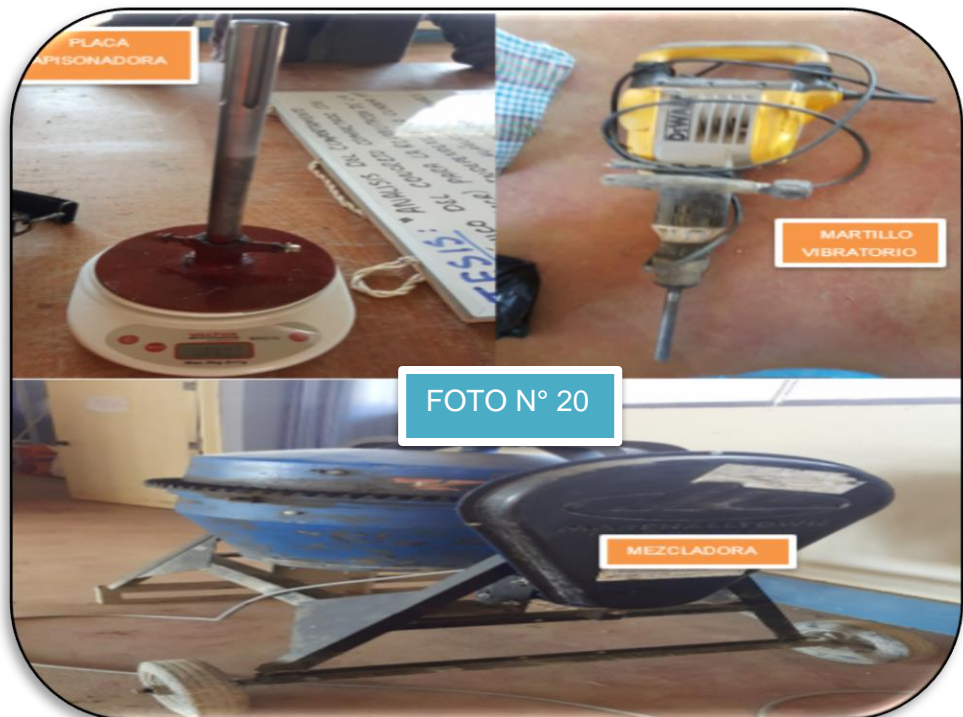
FOTO 16: ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL AGREGADO GRUESO (PESO SUMERGIDO).



FOTO 17: PH DEL AGUA DEL AGREGADO



FOTO 19: ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON 10%, 12% Y 14% DE CEMENTO



**FOTO 20: EQUIPOS USADOS PARA LA ELABORACION DE
LOS ESPECIMENES DEL CCR**



**FOTO 21: REALIZANDO LAS DOSIFICACIONES PREVIAS AL
MEZCLADO DEL CCR.**

FOTO N° 22



FOTO 22: PROCESO DEL MEZCLADO DEL CCR.

FOTO N° 23



FOTO 23: DETERMINANDO LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA DEL CONCRETO.



FOTO 24: MOLDEO Y COMPACTADO DE LOS ESPECIMENES DE 10%, 12% Y 14% DE CEMENTO A 3 Y 4 CAPAS.



FOTO 25: ENRRASADO DE ESPECIMENES



FOTO 25: ESPECIMENES MOLDEADOS



FOTO 25: CURADO DE LOS ESPECIMENES



FOTO 25: ENSAYO DE COMPRESION DE ESPECIMENES DEL CCR



FOTO 25: ENSAYO DE COMPRESION DE ESPECIMENES DEL CCR

ANEXO V

ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRABAJO DE
INVESTIGACION

ANEXO V.I

ENSAYOS EN EL AGREGADO Y DISEÑO DE MEZCLAS DEL
CCR PARA 10%, 12% Y 14% DE CEMENTO.



CONTENIDO DE HUMEDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha : MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

2.- Objeto: Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

3.- Materiales: Balanza digital, bandejas, horno.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	97.74 g	106.85 g	106.91 g
Peso agregado natural seco + bandeja	96.06 g	104.94 g	104.75 g
Peso bandeja	22.73 g	22.94 g	17.43 g
Peso agregado húmedo	75.0 g	83.9 g	89.5 g
Peso agregado seco	73.3 g	82.0 g	87.3 g
Peso del agua	1.7 g	1.9 g	2.2 g
% Contenido de humedad	2.29 %	2.33 %	2.47 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.36 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	1.9 gr. 1.9 cm³

José Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CONTENIDO DE HUMEDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha : MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

2.- Objeto: Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

3.- Materiales: Balanza digital, bandejas, horno.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	212.13 g	222.29 g	222.27 g
Peso agregado natural seco + bandeja	209.36 g	219.32 g	219.13 g
Peso bandeja	38.11 g	37.99 g	33.61 g
Peso agregado húmedo	174.0 g	184.3 g	188.7 g
Peso agregado seco	171.3 g	181.3 g	185.5 g
Peso del agua	2.8 g	3.0 g	3.1 g
% Contenido de humedad	1.62 %	1.64 %	1.69 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.65 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	3.0 gr. 3.0 cm³



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



CONTENIDO DE HUMEDAD

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha : MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

2.- Objeto: Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa.

3.- Materiales: Balanza digital, bandejas, horno.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	212.13 g	222.29 g	222.27 g
Peso agregado natural seco + bandeja	209.36 g	219.32 g	219.13 g
Peso bandeja	38.11 g	37.99 g	33.61 g
Peso agregado húmedo	174.0 g	184.3 g	188.7 g
Peso agregado seco	171.3 g	181.3 g	185.5 g
Peso del agua	2.8 g	3.0 g	3.1 g
% Contenido de humedad	1.62 %	1.64 %	1.69 %

6.- Resultados:

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.65 %
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	3.0 gr. 3.0 cm³



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

Tesis : “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha : MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).
NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.
- 2.- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.
- 3.- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

4.- Datos de muestreo:

Datos de muestreo:					
Responsable de muestreo:	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.				
Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

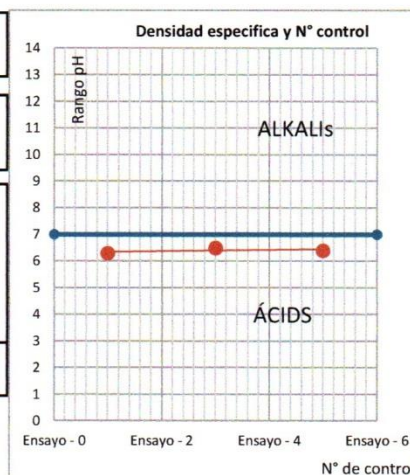
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco.	30.40 g	32.40 g	31.30 g
Volumen agua (muestra).	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido.	23.00 °	23.10 °	22.70 °
Temperatura ambiente.	23.50 °	23.70 °	23.40 °
Potenciómetro (pH-metro).	6.3	6.5	6.4
Humedad relativa.	57.00 %	57.70 %	56.80 %

6.- Resultados:

Rango pH:	6.40
Denominación de rango:	Ligeramente ácido.
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	22.93 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).
NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.
- 2.- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.
- 3.- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

4.- Datos de muestreo:

Responsable de muestreo:	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.				
Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

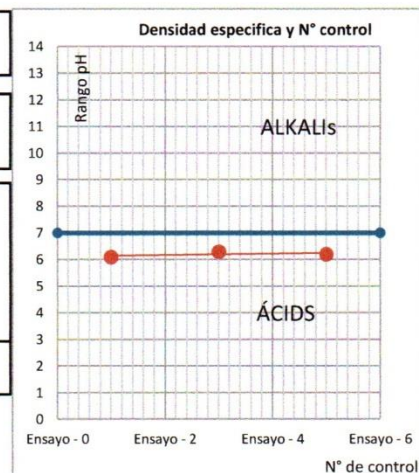
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco.	66.70 g	68.30 g	62.90 g
Volumen agua (muestra).	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido.	23.00 °	23.10 °	22.70 °
Temperatura ambiente.	23.50 °	23.70 °	23.40 °
Potenciómetro (pH-metro).	6.1	6.3	6.2
Humedad relativa.	58.00 %	58.70 %	57.80 %

6.- Resultados:

Rango pH:	6.20
Denominación de rango:	Ligeramente ácido.
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	22.93 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.



Josef Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).
NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.
- 2.- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.
- 3.- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

4.- Datos de muestreo:

Responsable de muestreo:	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.				
Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	ARENA
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

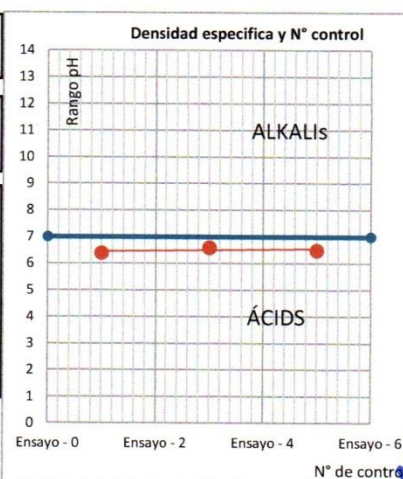
5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco.	31.30 g	30.50 g	32.10 g
Volumen agua (muestra).	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido.	23.20 °	23.30 °	22.90 °
Temperatura ambiente.	23.40 °	23.60 °	23.30 °
Potenciómetro (pH-metro).	6.4	6.6	6.5
Humedad relativa.	56.50 %	57.20 %	56.30 %

6.- Resultados:

Rango pH:	6.50
Denominación de rango:	Ligeramente ácido.
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	23.13 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.



Prof. José Choquerica Chiriquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis :

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación :

HUÁNUCO.

Tesista :

BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha :

MARZO DEL 2018.

- 1.- **Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.
- 2.- **Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.
- 3.- **Materiales:** Agregados, vasija volumétrica, balanza, bandejas, estufa.
- 4.- **Datos de muestreo:**

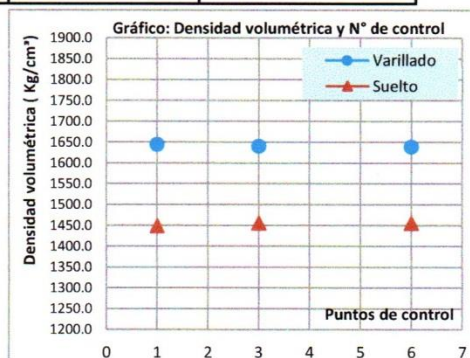
Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12414.17 g.	12400.27 g.	12395.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), varillado.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso del agregado suelto + recipiente.	11779.27 g.	11797.27 g.	11797.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), suelto.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7073.27 g.	7073.27 g.	7073.27 g.
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1644.72 Kg/m³	1640.44 Kg/m³	1638.90 Kg/m³
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1449.20 Kg/m³	1454.75 Kg/m³	1454.75 Kg/m³

6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrica varillado:
1641.00 Kg/m³
Promedio del peso volumétrica suelto:
1453.00 Kg/m³



Josef Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
CLP. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis :

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha : MARZO DEL 2018.

- Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.
- Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.
- Materiales:** Agregados, vasija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.
- Datos de muestreo:**

Datos de muestreo:					
Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12475.17 g.	12476.27 g.	12479.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), varillado.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso del agregado suelto + recipiente.	11903.27 g.	11911.27 g.	11851.27 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), suelto.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7073.27 g.	7073.27 g.	7073.27 g.
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1663.51 Kg/m³	1663.84 Kg/m³	1664.77 Kg/m³
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1487.39 Kg/m³	1489.85 Kg/m³	1471.38 Kg/m³

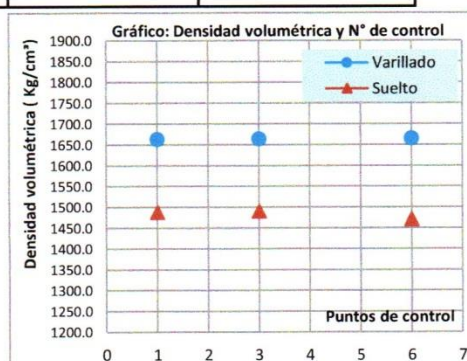
6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrica varillado:

1664.00 Kg/m³

Promedio del peso volumétrica suelto:

1483.00 Kg/m³



Josef Choquevilca Olinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO PESOS VOLUMÉTRICOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACIOS EN AGREGADOS

Tesis :

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación :

HUÁNUCO.

Tesista :

BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha :

MARZO DEL 2018.

- 1.- **Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.
- 2.- **Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.
- 3.- **Materiales:** Agregados, vasija volumétrica, balanza, bandejas, estufa.
- 4.- **Datos de muestreo:**

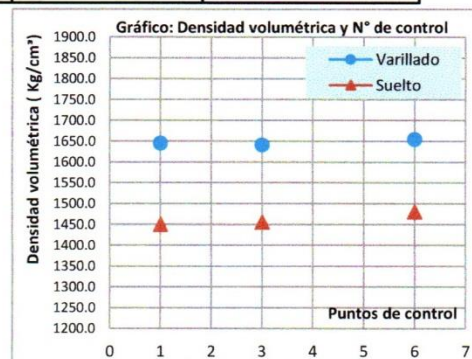
Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	ARENA
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12416.34 g.	12402.54 g.	12447.54 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), varillado.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso del agregado suelto + recipiente.	11781.54 g.	11799.54 g.	11879.54 g.
Volumen recipiente (1/10 ft³), suelto.	3247.30 cm³	3247.30 cm³	3247.30 cm³
Peso recipiente (1/10 ft³)	7073.27 g.	7073.27 g.	7073.27 g.
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1645.39 Kg/m³	1641.14 Kg/m³	1655.00 Kg/m³
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1449.90 Kg/m³	1455.45 Kg/m³	1480.08 Kg/m³

6.- Resultados:

Promedio del peso volumétrica varillado:
1647.00 Kg/m³
Promedio del peso volumétrica suelto:
1462.00 Kg/m³



Josef Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE LOS AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO FINO, (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)

Tesis :

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia: ASTM C: 128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.
NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de agregados finos para concreto, y que estén por debajo de 4.75 milímetros de diámetro.

3.- Materiales: Agregado fino, tamiz de 4.75 mm, Picnómetro 500 ml, balanza 0.01 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada y franelas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa saturado superficialmente seco, (S).	528.00 g	550.00 g	522.00 g
Masa picnómetro + agua (B):	725.10 g	725.10 g	725.10 g
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C):	1033.90 g	1052.90 g	1027.90 g
Masa seco del material al horno, (A).	508.80 g	529.80 g	502.80 g
Estado seco (OD):	2.32	2.38	2.29
Estado saturado (SSD):	2.41	2.48	2.38
% Humedad absorbido (% w):	3.77 %	3.81 %	3.82 %

6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.33	2324.18 Kg/m³	3.80 %
Estado saturado (SSD):	2.42	2414 Kg/m³	

Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE AGREGADO GRUESOS PARA CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO GRUESO

Tesis :

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación :

HUÁNUCO.

Tesista :

BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha:

MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C: 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.
NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

2.- Objeto:

Determinar la densidad relativa de agregados gruesos para concreto y que estén por encima de 4.75 milímetros de diámetro.

3.- Materiales:

Agregado grueso, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.1 g, estufa, bandejas, franelas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas Geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido), (C).	1398.10 g	1413.10 g	1407.10 g
Masa saturado superficialmente seco del agregado, (B).	2366.50 g	2383.50 g	2375.50 g
Masa seco del agregado al horno, (A).	2294.90 g	2310.90 g	2303.90 g
Estado seco del agregado (OD):	2.37	2.38	2.38
Estado saturado del agregado (SSD):	2.44	2.46	2.45
Humedad absorbido por el agregado (% w):	3.12 %	3.14 %	3.11 %

6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco del agregado para concreto (OD):	2.38	2374.05 Kg/m³	3.12 %
Estado saturado del agregado para concreto (SSD):	2.45	2444 Kg/m³	

Josef Chiquierica Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE LOS AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO FINO, (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)

Tesis :

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación :

HUÁNUCO.

Tesista :

BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha:

MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM C: 128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.
NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.
- 2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de agregados finos para concreto, y que estén por debajo de 4.75 milímetros de diámetro.
- 3.- Materiales:** Agregado fino, tamiz de 4.75 mm, Picnómetro 500 ml, balanza 0.01 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada y franelas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	ARENA
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	Este: 367965 m E	Norte: 8906990 m S	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa saturado superficialmente seco, (S).	535.00 g	557.00 g	529.00 g
Masa picnómetro + agua (B):	730.50 g	730.50 g	730.50 g
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C):	1044.30 g	1063.30 g	1038.3 g
Masa seco del material al horno, (A).	517.13 g	538.13 g	511.13 g
Estado seco (OD):	2.34	2.40	2.31
Estado saturado (SSD):	2.42	2.48	2.39
% Humedad absorbido (% w):	3.46 %	3.51 %	3.50 %

6.- Resultados:

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica).	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.35	2344.13 Kg/m³	3.49 %
Estado saturado (SSD):	2.43	2424 Kg/m³	

Josef Choquerivilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m		Altitud: 1782 msnm	
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja			2607.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			2561.00 g	
Peso hormigón seco + bandeja			2569.00 g		Peso bandeja			713.40 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)			
						HUSO: -		HUSO: AG. FINO	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1/4"	6.35	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	97.0	100.0
# 04	4.75	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	95.0	100.0
# 08	2.36	447.0	447.00	24.03	75.97	-	-	80.0	100.0
# 10	2.00	75.0	522.00	28.06	71.94	-	-	70.0	95.0
# 12	1.70	140.0	662.00	35.59	64.41	-	-	60.0	90.0
# 16	1.18	160.0	822.00	44.19	55.81	-	-	50.0	85.0
# 18	1.00	200.0	1022.00	54.95	45.05	-	-	35.0	70.0
# 30	0.60	243.0	1265.00	68.01	31.99	-	-	25.0	60.0
# 35	0.50	178.0	1443.00	77.58	22.42	-	-	17.0	50.0
# 40	0.43	110.0	1553.00	83.49	16.51	-	-	10.0	40.0
# 50	0.30	90.0	1643.00	88.33	11.67	-	-	5.0	30.0
# 60	0.25	100.0	1743.00	93.71	6.29	-	-	2.0	20.0
# 100	0.15	59.0	1802.00	96.88	3.12	-	-	0.0	10.0
# 200	0.075	32.0	1834.00	98.60	1.40	-	-	0.0	0.0
Cazoleta	-	18.0	1860.00	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	26.00 g							
TOTAL:		1860.00	Error mecánico < 3 % +/-		-0.24 %				

Josef Chocovilla Chinguel
INGENIEPO CIVIL
CL.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

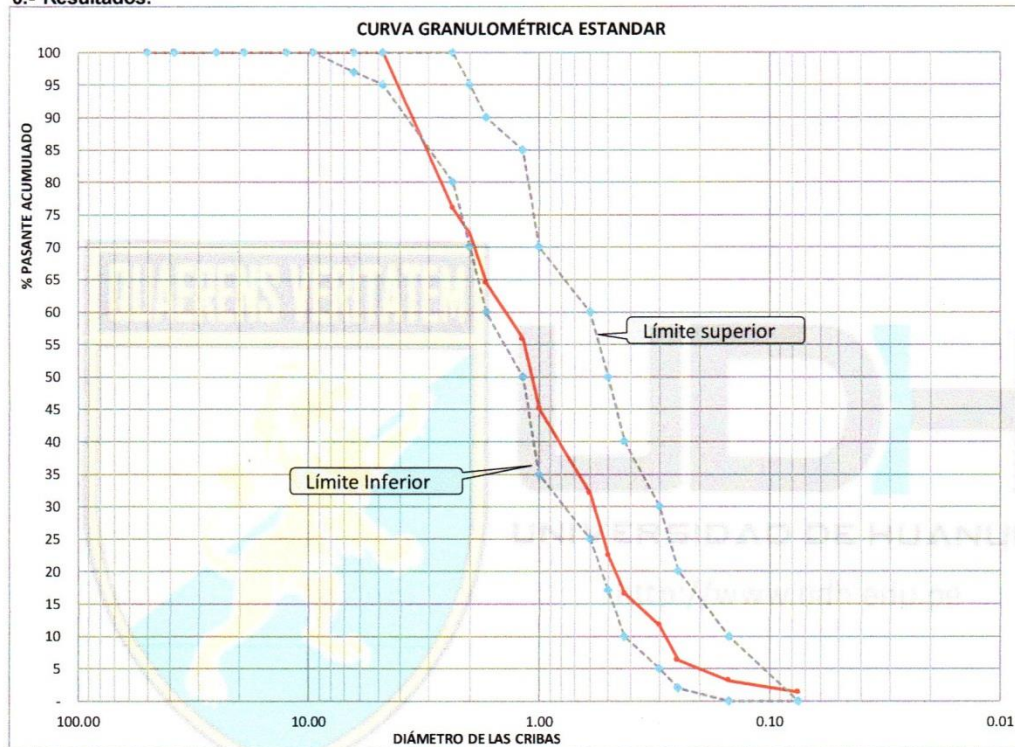
Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	38.00 g	Tamaño máximo:	4.75 mm
% humedad adheridos:	2.05 %	Tamaño nominal máximo:	2.36 mm
% material granular:	98.60 %	% Gravas:	0.00 %
% material finos < # 200	1.40 %	% Arenas:	98.60 %
Módulo de fineza:	3.21		

--	--

Josef Chiquivilca Chinyuel
INGENIERO CIVIL
CLP 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m		Altitud: 1782 msnm	
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja			2837.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			2798.30 g	
Peso hormigón seco + bandeja			2805.00 g		Peso bandeja			702.30 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)			
						HUSO: 4 6 7		HUSO: -	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	95.0	100.0	-	-
1"	25.00	241.0	241.00	11.46	88.54	65.0	85.0	-	-
3/4"	19.00	397.0	638.00	30.33	69.67	35.0	70.0	-	-
1/2"	12.50	449.0	1087.00	51.67	48.33	22.0	50.0	-	-
3/8"	9.50	358.0	1445.00	68.69	31.31	10.0	30.0	-	-
1/4"	6.35	415.0	1860.00	88.42	11.58	5.0	17.0	-	-
# 04	4.75	237.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	5.0	-	-
# 08	2.36	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 10	2.00	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 12	1.70	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 16	1.18	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 18	1.00	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 30	0.60	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 35	0.50	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 40	0.43	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 50	0.30	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 60	0.25	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 100	0.15	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
# 200	0.075	0.0	2097.00	99.68	0.32	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	0.0	2103.70	100.0	0.0				
<# 200 lav.	-	6.70 g							
TOTAL:		2103.70	Error mecánico < 3 % +/-		-0.05 %				

Josef Cloquerica Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

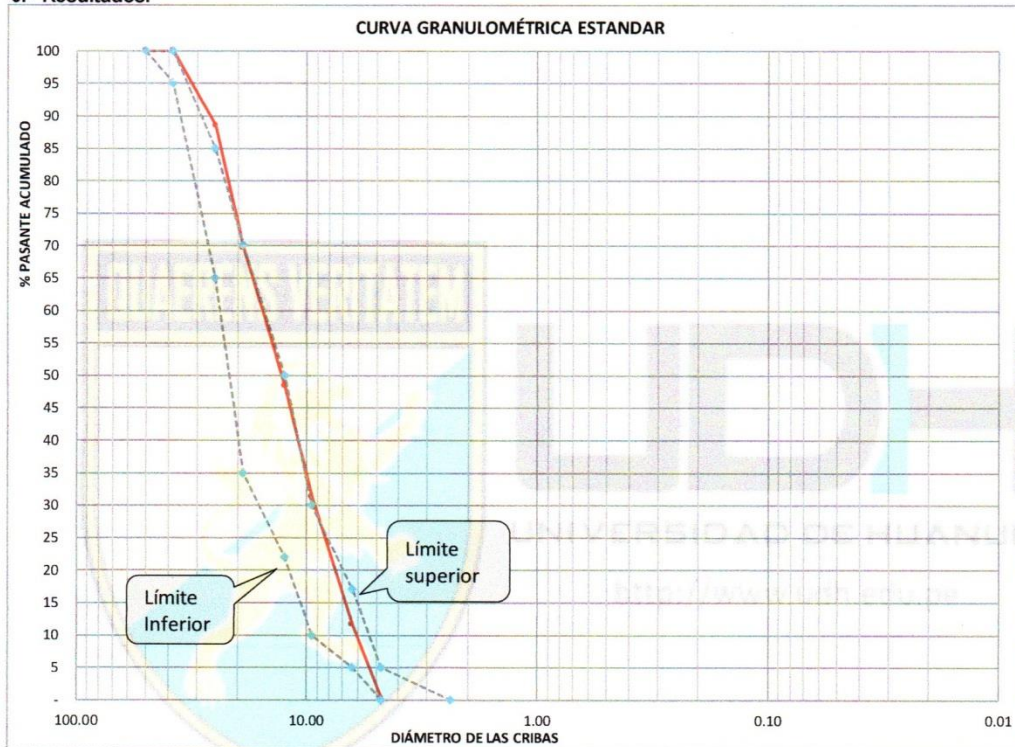
Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	32.00 g	Tamaño máximo:	1.1/2"
% humedad adheridos:	1.52 %	Tamaño nominal máximo:	1"
% material granular:	99.70 %	% Gravas:	99.70 %
% material finos < # 200	0.32 %	% Arenas:	0.00 %
Módulo de fineza:	6.97		

--	--

Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	ARENA
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m		Altitud: 1782 msnm	
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis del Cribado:

Peso hormigón natural + bandeja		2527.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja		2476.00 g			
Peso hormigón seco + bandeja		2491.00 g		Peso bandeja		724.00 g			
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)			
						HUSO: -		HUSO: -	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
1/4"	6.35	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 04	4.75	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 08	2.36	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 10	2.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 12	1.70	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 16	1.18	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 18	1.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 30	0.60	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 35	0.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-
# 40	0.43	94.0	94.00	5.24	94.76	-	-	-	-
# 50	0.30	375.0	469.00	26.14	73.86	-	-	-	-
# 60	0.25	507.0	976.00	54.40	45.60	-	-	-	-
# 100	0.15	623.0	1599.00	89.13	10.87	-	-	-	-
# 200	0.075	149.0	1748.00	97.44	2.56	-	-	-	-
Cazoleta	-	31.0	1794.00	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	46.00 g							
TOTAL:		1794.00	Error mecánico < 3 % +/-		-1.54 %				

Josue Choquevalca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 637493



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

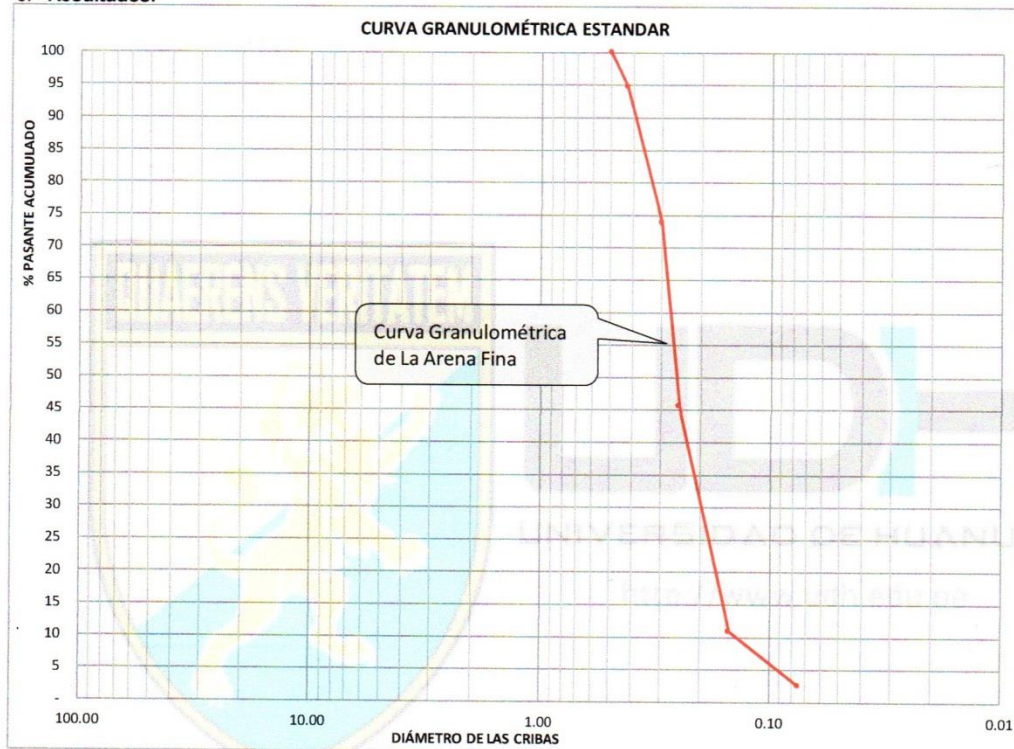
Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	36.00 g	Tamaño máximo:	0.50 mm
% humedad adheridos:	2.04 %	Tamaño nominal máximo:	0.43 mm
% material granular:	97.40 %	% Gravas:	0.00 %
% material finos < # 200	2.56 %	% Arenas:	97.40 %
Módulo de fineza:	1.15		

J. Choquesvilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Equipos y materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestreo:	Mab.	Agregado:	COMB.
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m	Altitud: 1782 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis del Cribado: COMBINACIÓN: AG. FINO + AG. GRUESO + ARENA FINA + CEMENTO

Peso hormigón natural + bandeja			9273.00 g		Peso muestra lavado seco + bandeja			9255.00 g	
Peso hormigón seco + bandeja			9255.00 g		Peso bandeja			705.00 g	
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares: Europea - España (CCR)			
						HUSO: -		HUSO: 3/4"	
Pulg.	mm					Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1.1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1"	25.00	1037.0	1037.00	12.14	87.86	-	-	100.0	100.0
3/4"	19.00	550.0	1587.00	18.58	81.42	-	-	85.0	100.0
1/2"	12.50	607.0	2194.00	25.68	74.32	-	-	76.0	96.0
3/8"	9.50	663.0	2857.00	33.45	66.55	-	-	60.0	83.0
1/4"	6.35	724.0	3581.00	41.92	58.08	-	-	51.0	73.0
# 04	4.75	703.0	4284.00	50.15	49.85	-	-	42.0	63.0
# 08	2.36	643.0	4927.00	57.68	42.32	-	-	35.0	55.0
# 10	2.00	470.0	5397.00	63.18	36.82	-	-	29.0	47.0
# 12	1.70	385.0	5782.00	67.69	32.31	-	-	26.0	43.0
# 16	1.18	457.0	6239.00	73.04	26.96	-	-	24.0	39.0
# 18	1.00	311.0	6550.00	76.68	23.32	-	-	22.0	36.0
# 30	0.60	418.0	6968.00	81.57	18.43	-	-	20.0	33.0
# 35	0.50	301.0	7269.00	85.10	14.90	-	-	18.0	30.0
# 40	0.43	359.0	7628.00	89.30	10.70	-	-	16.0	27.0
# 50	0.30	254.0	7882.00	92.27	7.73	-	-	14.0	25.0
# 60	0.25	200.0	8082.00	94.61	5.39	-	-	12.0	23.0
# 100	0.15	187.0	8269.00	96.80	3.20	-	-	10.0	21.0
# 200	0.075	153.0	8422.00	98.60	1.40	-	-	9.0	19.0
Cazoleta	-	120.0	8542.00	100.0	0.0				
< # 200 lav.	-	120.00 g							
TOTAL:		8542.00	Error mecánico < 3 % +/-		0.09 %				

Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN

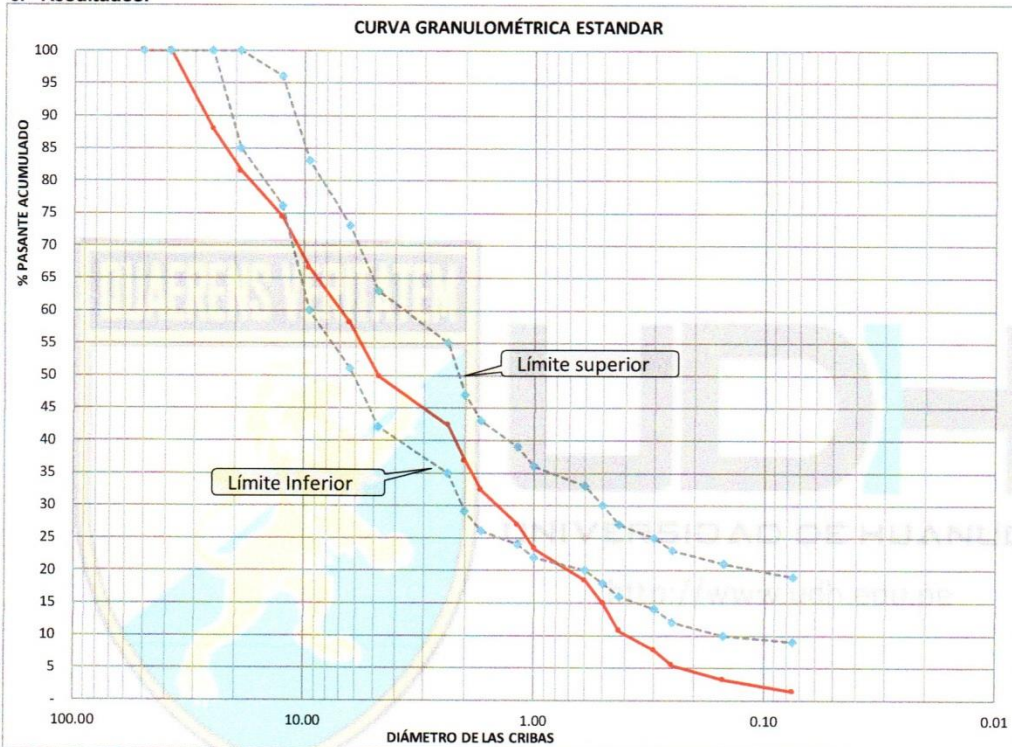
Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación : HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	18.00 g	Tamaño máximo:	1 1/2"
% humedad adheridos:	0.21 %	Tamaño nominal máximo:	1"
% material granular:	98.60 %	% Gravas:	50.20 %
% material finos < # 200	1.40 %	% Arenas:	48.40 %
Módulo de fineza:	5.04		

Josef Choquevalca Chiriquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DENSIDAD DEL CEMENTO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD DE CEMENTOS.

Tesis : “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.

Ubicación: HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM C 188, (Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement).

NTP 334.005. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.

2.- Objeto: Determinar la densidad relativa de los componentes del cemento de la parte del sólido.

3.- Materiales: Cemento, Picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, flujo de no reacción con el cemento.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Marca de cemento:	Andino	Muestra:	M-1,2,3.
Profundidad de muestreo:	Central	Tipo de cemento:	T - I	-	-
Coordenadas geodésicas:	-	-	-	-	-
Localización:	-	-	-	-	-

5.- Análisis:

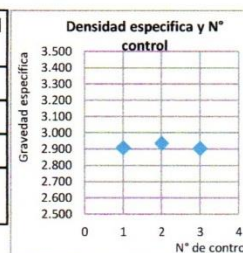
Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso cemento seco (g): A	64.20	64.80	64.50
Peso chatelier + Fluido (g.): B	581.80	581.80	581.80
Peso chatelier + fluido + cemento saturado (g.) : C	630.40	631.00	630.60
Peso de chatelier (g):	228.30	228.30	228.30

6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades	Cemento	Fluido	Densidad parcial cemento
M - 01		4.115	0.70700	2.910
M - 02		4.154	0.70700	2.937
M - 03		4.108	0.70700	2.905
Valores promedios		4.126	0.70700	2.91697

Densidad del cemento
2.917

$$\rho_r = \frac{A}{A + B - C}$$



Prof. J. Choquevilca Chiguil
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA

MÉTODO SEDIMENTACIÓN CON FLOCULANTE - PREPARACIÓN PROCEDIMIENTO "B"

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2419; Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate.
 AASHTO T - 176; Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use of Sand Equivalent Test.
 NTP 339.146, Método de prueba estándar para Equivalente de Arena valores de suelos y agregados finos.

2.- Objeto:

Determinar la proporción relativa de polvo fino o de materiales arcillosos perjudiciales que contienen los áridos.

3.- Materiales:

suelos pasante tamiz 4.75 mm, recipiente volumétricos, balanza 0.10 g, estufa, bandejas, cronómetro, equipo equivalente de arena.

4.- Datos de muestreo:

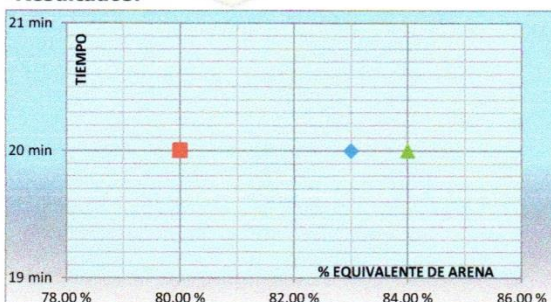
Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

M-01	148.1 g
M-02	149.5 g
M-03	148.3 g

Prueba	N° Control	Tiempo (Minutos)	Altura Arena	Altura Arcilla	Valor Parcial	Equivalente Arena
M-01	1	20 min	4.40 in	5.30 in	83.02 %	84.00 %
M-02	1	20 min	4.30 in	5.20 in	82.69 %	83.00 %
M-03	1	20 min	4.20 in	5.30 in	79.25 %	80.00 %

6.- Resultados:



Valor Equivalente Arena:	83 %
---------------------------------	-------------

José Cioquevilca Chiriquel
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA

MÉTODO SEDIMENTACIÓN CON FLOCULANTE - PREPARACIÓN PROCEDIMIENTO "B"

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

ASTM D - 2419; Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate.
 AASHTO T - 176; Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use of Sand Equivalent Test.
 NTP 339.146, Método de prueba estándar para Equivalente de Arena valores de suelos y agregados finos.

2.- Objeto:

Determinar la proporción relativa de polvo fino o de materiales arcillosos perjudiciales que contienen los áridos.

3.- Materiales:

suelos pasante tamiz 4.75 mm, recipiente volumétricos, balanza 0.10 g, estufa, bandejas, cronómetro, equipo equivalente de arena.

4.- Datos de muestreo:

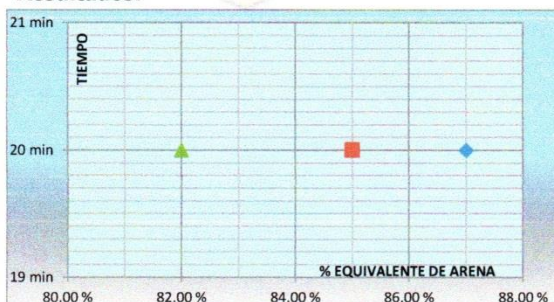
Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	ARENA
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

M-01	146.7 g
M-02	147.6 g
M-03	146.9 g

Prueba	N° Control	Tiempo (Minutos)	Altura Arena	Altura Arcilla	Valor Parcial	Equivalente Arena
M-01	1	20 min	4.20 in	5.15 in	81.55 %	82.00 %
M-02	1	20 min	4.35 in	5.05 in	86.14 %	87.00 %
M-03	1	20 min	4.30 in	5.10 in	84.31 %	85.00 %

6.- Resultados:



Valor Equivalente Arena:	85 %
---------------------------------	-------------

Josef Chiquiza Chinguel
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 63749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



ENSAYO DEL DESGASTE DE GRAVAS - TAMAÑOS MENORES

ABRASION AND IMPACT IN THE LOS ANGELES MACHINE

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación: HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

NTP: 400.019-2002, (Resistencia de agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles).

ASTM C - 131-06, (Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine).

2.- Objeto: Analizar el desgaste del agregado por abrasión.

3.- Materiales:

Máquina de Abrasión de los Angeles/marca: Ele International, Inc/Soiltest. 220 V, 60 Hz.

Carga de Abrasión ASTM (12 esferas, peso Promedio: **4978.8 g.**).

Cribas (1/2" (12,50 mm), Nº 12 (1,70 mm), standard test sieve, ASTM E 11).

Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT).

4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	04/07/2017	Tipo de Muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	18L: 367965	18L: 8906990	msnm: 1782		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				
Tipo de material:	Gravas (rocas) partidas por procesos naturales				
Tamaño máximo:	1.1/2"	http://www.dh.edu.pe			
Tamaño nominal máximo:	12.50 mm				
Tipo de gradación:	A				

5.- Análisis:

Pesos iniciales					Pesos finales				
Cribas		P _i (g)	Parcial %	Acum. %	Cribas		P _f (g)	Parcial %	Acum. %
1.1/2"	38.10 mm	0.00	-	0.00	1.1/2"	38.10 mm	0.00	-	0.00
1"	25.00 mm	1255.00	25.0	25.05	1"	25.00 mm	350.00	6.99	6.99
3/4"	19.00 mm	1253.00	25.0	50.06	3/4"	19.00 mm	257.00	5.13	12.12
1/2"	12.50 mm	1252.00	25.0	75.05	1/2"	12.50 mm	310.00	6.19	18.30
3/8"	9.50 mm	1250.00	25.0	100.00	3/8"	9.50 mm	211.00	4.21	22.51
1/4"	6.30 mm	0.00	0.0	100.00	1/4"	6.30 mm	0.00	-	22.51
Nº 04	4.75 mm	0.00	0.0	100.00	Nº 04	4.75 mm	0.00	-	22.51
Nº 08	2.36 mm	0.00	0.0	100.00	Nº 08	2.36 mm	0.00	-	22.51
Nº 12	1.70 mm			100.00	Nº 12	1.70 mm	2606.00	52.02	74.53
% del Peso inicial:		5,010.00	100.00 %		% del Peso final:		3,734.00	74.53 %	

6.- Resultados:

Desgaste de los Agregados: **25 %**



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación: HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

1.- Referencia: ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).

NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).

2.- Objeto: Determinar las proporciones y el método de compactación.

3.- Materiales: Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 367965 m		NORTE: 8906990 m		msnm: 1782
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

corrección por porcentajes

TAMIZ	PESOS (g)	% Ret.	% Considerado Para el Ensayo	FACTOR DE VARIACIÓN 0.2321872714
reten 3"				
reten 3/4	1,587.00	18.84 %		
reten 3/8"	1,270.00	15.08 %	15.08 %	
reten N° 04	1,427.00	16.94 %	16.94 %	
pasa N° 04	4,138.00	49.13 %	49.13 %	
Total	8,422.00	100.00 %	81.16 %	

	Δ Unitaria	Nuevo % a Considerar		MÉTODO		
				A	B	C
reten 3"			MOLDE (Ø)	4 in	4 in	6 in
reten 3/4			MARTILLO	10 Lbf	10 Lbf	10 Lbf
reten 3/8"	3.5013 %	18.58 %	MATERIAL A EMPLEAR	pasante #04 (4.75 mm)	pasante 3/8" (9.5 mm)	pasante 3/4" (19 mm)
reten N° 04	3.9341 %	20.88 %				
pasa N° 04	11.4081 %	60.54 %	CAPAS	5	5	5
		100.00 %	GOLPES / CAPA	25	25	56

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO.

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación: HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.

5.- Resultados:

SI, EL MATERIAL RETENIDO	ES ENTONCES ES EL MÉTODO	MÉTODO A EMPLEARSE
Reten 3/4" = 18.84 %	≤ del 30% C	MÉTODO C
Reten 3/8" = 33.92 %	≤ del 25% B	
Reten N° 04 = 50.87 %	≤ del 25% A	

PROCEDIMIENTO, ACCESORIOS		HACER CORRECCIÓN SI SE ENCUENTRA ENTRE (por porcentajes de los tamaños mayores)
MOLDE (Ø)	6 in	5 - 25 %
MARTILLO	10 Lbf	
MATERIAL A EMPLEAR	pasante 3/4" (19 mm)	
CAPAS	5	5 - 25 %
GOLPES / CAPA	56	

Peso a Considerar por Método 6000.00 gramos		
	Pesos Parciales g.	Tamaño Máximo
reten 3/8"	1114.85	reten 3/4
reten N° 04	1252.67	
pasa N° 04	3632.48	
Total	6,000.00	



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO CON EL FIN DE OBTENER LOS DISEÑOS PATRÓN PARA CADA PORCENTAJE DE CEMENTO.

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
- 2.- Objeto:** Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco de la mezcla.
- 3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, equipo de proctor modificado, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

4. Datos de muestreo:					
Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782.00		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Dosificación de los componentes de la mezcla MEZCLA # 01 10 % CEMENTO	DOSIFICACIÓN	PESO (g)	%	Método de Compactación C
	Agregado Grueso:	2,430.00	40.50	
	Agregado Fino:	2,430.00	40.50	
	Arena Fina:	540.00	9.00	
	Cemento:	600.00	10.00	
	Total:	6,000.00	100.00	

COMPACTACIÓN:						
Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	10,559.00	10,751.00	10,821.00	10,835.00	10,659.00
Peso del cilindro	g	5,866.00	5,866.00	5,866.00	5,866.00	5,866.00
Peso de la muestra húmedo	g	4,693.00	4,885.00	4,955.00	4,969.00	4,793.00
Volumen del molde	cm³	2,117.00	2,117.00	2,117.00	2,117.00	2,117.00
Densidad húmedo	g/cm³	2.217	2.308	2.341	2.347	2.264
Densidad seca	g/cm³	2.099	2.155	2.145	2.116	2.028
Peso unitario seco	kN/m³	20.58	21.13	21.04	20.75	19.89
Ensayos de humedad						
Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum.+recipiente.	g	651.00	199.00	261.00	836.00	651.00
Peso muestra seca +recipiente.	g	623.00	188.00	242.00	764.00	589.00
Peso recipiente.	g	122.00	33.00	34.00	104.00	57.00
Peso del agua.	g	28.00	11.00	19.00	72.00	62.00
Peso muestra seca.	g	501.00	155.00	208.00	660.00	532.00
Contenido de humedad.	%	5.59	7.10	9.13	10.91	11.65

José Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

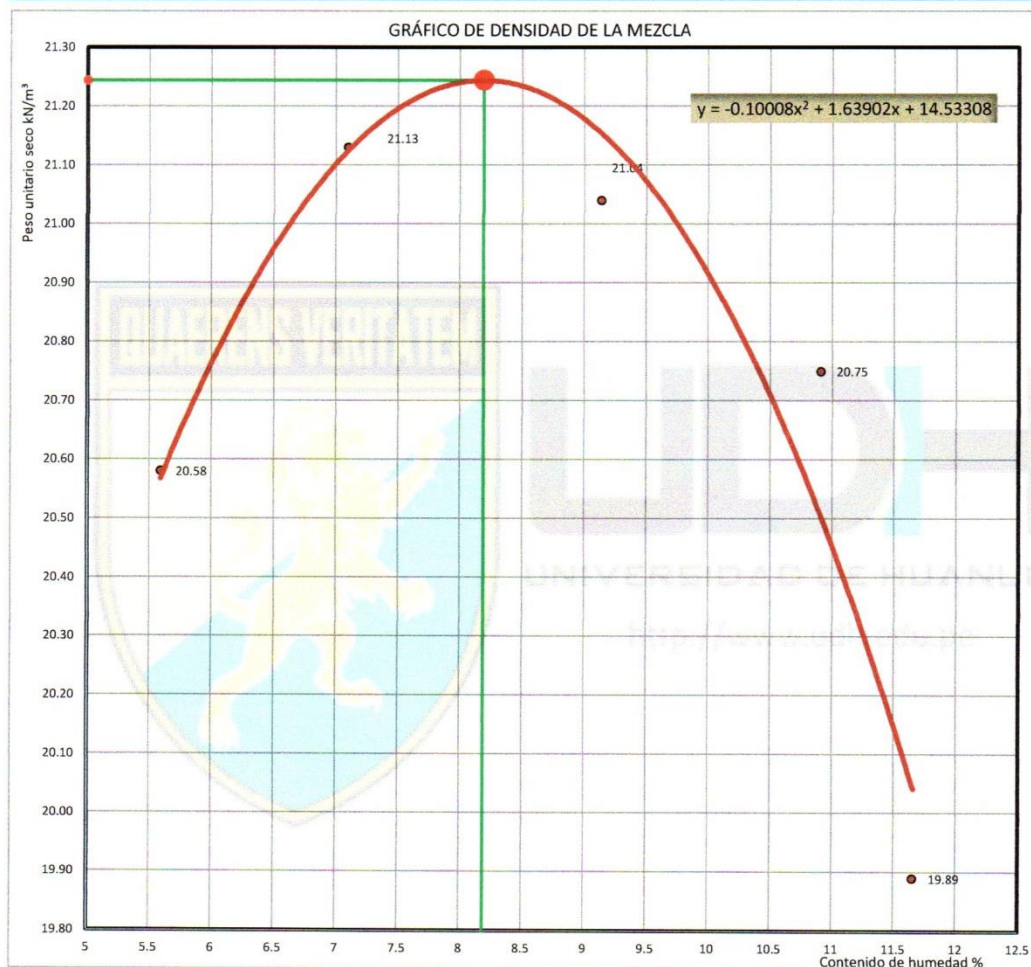
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO CON EL FIN DE OBTENER LOS DISEÑOS PATRÓN PARA CADA PORCENTAJE DE CEMENTO.

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación: HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.



6.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.24 kN/m³	Observaciones: SE COMPACTÓ LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO, ARENA FINA Y CEMENTO), CON UN 10% DE CONTENIDO DE CEMENTO.
Densidad máxima seca:	2.17 gr/cm³	
Humedad óptima:	8.20 %	

Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO CON EL FIN DE OBTENER LOS DISEÑOS PATRÓN PARA CADA PORCENTAJE DE CEMENTO.

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
- 2.- Objeto:** Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco de la mezcla.
- 3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, equipo de proctor modificado, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

4.- Datos de muestreo:					
Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782.00		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Dosificación de los componentes de la mezcla	DOSIFICACIÓN	PESO (g)	%	Método de Compactación C
	Agregado Grueso:	2,376.00	39.60	
	Agregado Fino:	2,376.00	39.60	
	Arena Fina:	528.00	8.80	
	Cemento:	720.00	12.00	
Total:		6,000.00	100.00	

MEZCLA # 02
12 % CEMENTO

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	10,542.00	10,861.00	10,925.00	10,832.00	10,711.00
Peso del cilindro	g	5,866.00	5,866.00	5,866.00	5,866.00	5,866.00
Peso de la muestra húmedo	g	4,676.00	4,995.00	5,059.00	4,966.00	4,845.00
Volumen del molde	cm ³	2,117.00	2,117.00	2,117.00	2,117.00	2,117.00
Densidad húmedo	g/cm ³	2.209	2.359	2.390	2.346	2.289
Densidad seca	g/cm ³	2.086	2.188	2.193	2.108	2.037
Peso unitario seco	kN/m ³	20.46	21.46	21.51	20.67	19.98

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum.+recipiente.	g	609.00	549.00	593.00	795.00	647.00
Peso muestra seca +recipiente.	g	582.00	515.00	554.00	728.00	583.00
Peso recipiente.	g	124.00	81.00	118.00	135.00	64.00
Peso del agua.	g	27.00	34.00	39.00	67.00	64.00
Peso muestra seca.	g	458.00	434.00	436.00	593.00	519.00
Contenido de humedad.	%	5.90	7.83	8.94	11.30	12.33



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: eapinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

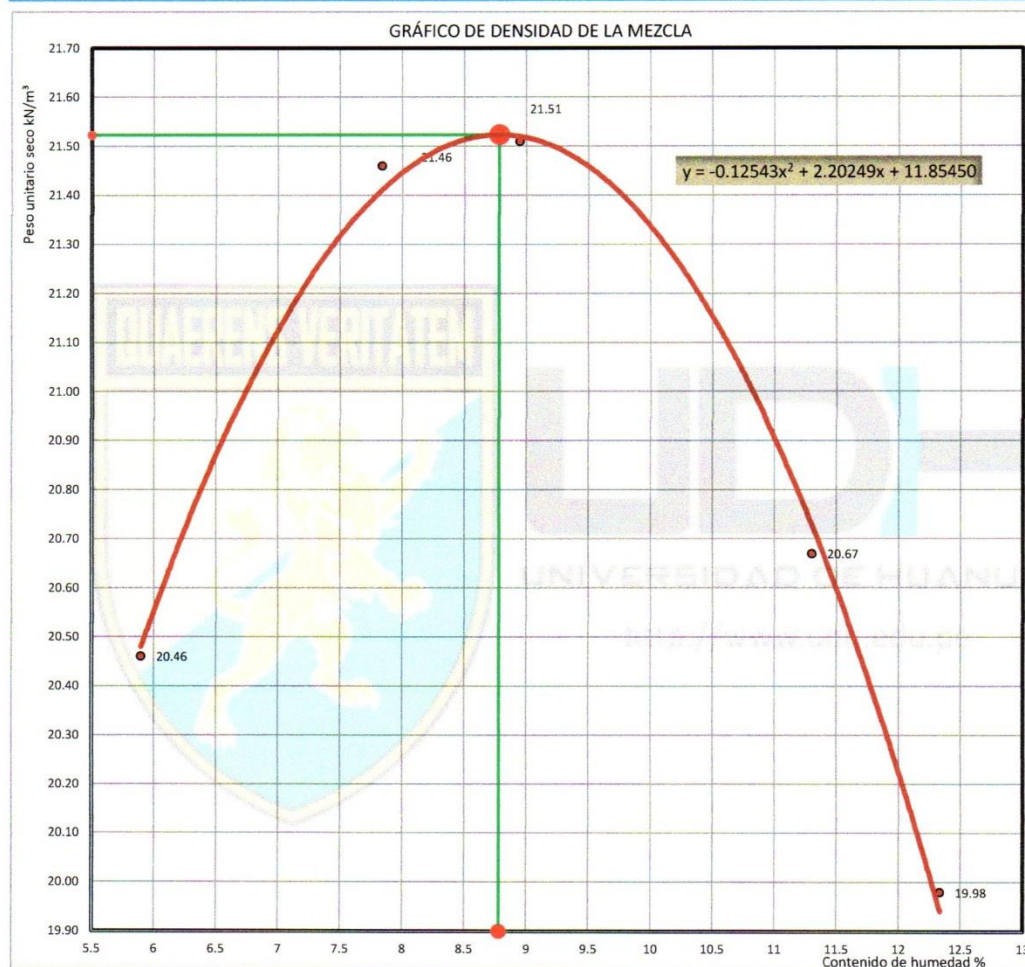
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO CON EL FIN DE OBTENER LOS DISEÑOS PATRÓN PARA CADA PORCENTAJE DE CEMENTO.

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación: HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.



6.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.52 kN/m³	Observaciones: SE COMPACTÓ LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO, ARENA FINA Y CEMENTO), CON UN 12% DE CONTENIDO DE CEMENTO.
Densidad máxima seca:	2.19 gr/cm³	
Humedad óptima:	8.80 %	

Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO CON EL FIN DE OBTENER LOS DISEÑOS PATRÓN PARA CADA PORCENTAJE DE CEMENTO.

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia:** ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
- 2.- Objeto:** Determinar la relación del contenido de humedad y los pesos unitario seco de la mezcla.
- 3.- Materiales:** Tamices ASTM E-11, Test Sieve, balanza digital, equipo de proctor modificado, horno, bandejas.

4.- Datos de muestreo:

4.- Datos de muestreo:					
Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782.00		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Análisis:

Dosificación de los componentes de la mezcla MEZCLA # 03 14 % CEMENTO	DOSIFICACIÓN	PESO (g)	%	Método de Compactación C
	Agregado Grueso:	2,322.00	38.70	
	Agregado Fino:	2,322.00	38.70	
	Arena Fina:	516.00	8.60	
	Cemento:	840.00	14.00	
	Total:	6,000.00	100.00	

COMPACTACIÓN:

Descripción	Und.	Ensayo : 1	Ensayo : 2	Ensayo : 3	Ensayo : 4	Ensayo : 5
Peso muestra + cilindro	g	10,454.00	10,719.00	10,876.00	10,914.00	10,717.00
Peso del cilindro	g	5,866.00	5,866.00	5,866.00	5,866.00	5,866.00
Peso de la muestra húmedo	g	4,588.00	4,853.00	5,010.00	5,048.00	4,851.00
Volumen del molde	cm³	2,117.00	2,117.00	2,117.00	2,117.00	2,117.00
Densidad húmedo	g/cm³	2.167	2.292	2.367	2.385	2.291
Densidad seca	g/cm³	2.054	2.144	2.187	2.142	2.036
Peso unitario seco	kN/m³	20.14	21.03	21.45	21.01	19.97

Ensayos de humedad

Descripción	Und.	Central 01	Central 02	Central 03	Central 04	Central 05
Peso muestra hum.+recipiente.	g	252.00	257.00	584.00	658.00	642.00
Peso muestra seca +recipiente.	g	241.00	242.00	549.00	600.00	578.00
Peso recipiente.	g	42.00	25.00	122.00	88.00	69.00
Peso del agua.	g	11.00	15.00	35.00	58.00	64.00
Peso muestra seca.	g	199.00	217.00	427.00	512.00	509.00
Contenido de humedad.	%	5.53	6.91	8.20	11.33	12.57



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPACTACIÓN DE AGREGADOS

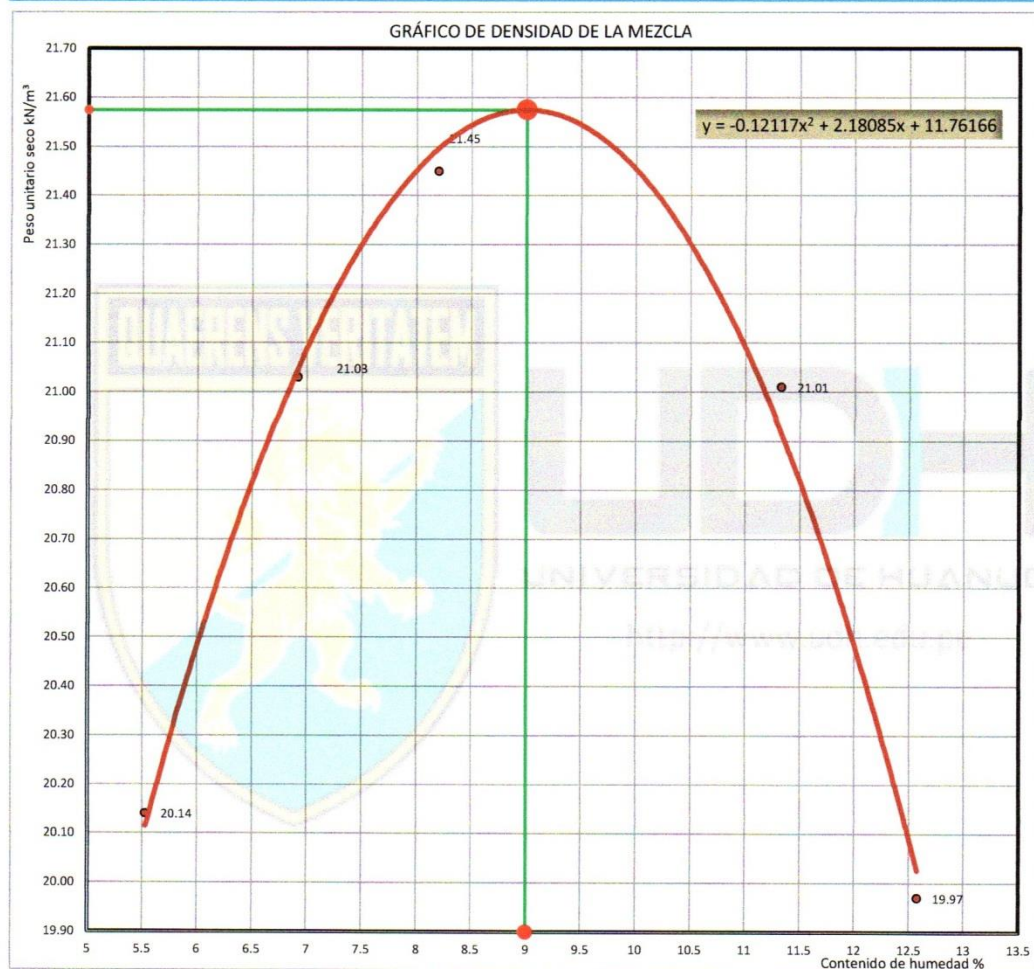
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO POR ESFUERZO MODIFICADO CON EL FIN DE OBTENER LOS DISEÑOS PATRÓN PARA CADA PORCENTAJE DE CEMENTO.

Tesis : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".

Ubicación: HUÁNUCO.

Tesista : BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.

Fecha: MARZO DEL 2018.



6.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.57 kN/m³	Observaciones: SE COMPACTÓ LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO, ARENA FINA Y CEMENTO), CON UN 14% DE CONTENIDO DE CEMENTO.
Densidad máxima seca:	2.20 gr/cm³	
Humedad óptima:	9.00 %	



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: capinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) UTILIZANDO CONCEPTOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR).

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
 NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
 ASTM C 1435, Standard Practice for Molding Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Hammer.
 ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.
 ACI 207.5R, Report on Roller-Compacted Mass Concrete.
 ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
 ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
 ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

2.- Objeto:

Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

3.- Materiales:

Agregados fino y grueso, agua, cemento, recipiente para medir pesos unitarios, medidor de aire y cono de slump, mezcladora, cronómetro, probeta, termómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782.00		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Características de los materiales:

5.1.- Cemento:	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad específico (Pe)	2.917 g/cm ³	Promedio	
5.2.- Agua:	Control del pH	7	Neutro	
	Densidad de masa del agua	1.000 g/cm ³	A temperatura 23°C	
	Sólidos en suspensión:	NP	No presenta	
5.3.- Agregados:	DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARENA FINA
	Tamaño máximo:	1.1/2"	4.75 mm	0.50 mm
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	0.43 mm
	Peso unitario varillado seco:	1664.00 kg/m ³	1641.00 kg/m ³	1647.00 kg/m ³
	Peso unitario suelto seco:	1483.00 kg/m ³	1453.00 kg/m ³	1462.00 kg/m ³
	Densidad de masa	2374.05 kg/m ³	2324.18 kg/m ³	2344.13 kg/m ³
	Peso específico Seco:	2.38	2.33	2.35
	Módulo de fineza:	6.970	3.210	1.150
	Absorción:	3.12 %	3.80 %	3.49 %
	Humedad natural:	1.65 %	2.36 %	2.28 %
	Ph:	6.20	6.40	6.50
	Equivalente de arena:	-	83.00 %	85.00 %
	Desgaste de los ángeles:	25.00 %	-	-

Ing. Peter Andy Espinoza Torres
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 65749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: espinozacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) UTILIZANDO CONCEPTOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR).

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

7.- Estandarización inicial para la dosificación:

7.1.- Porcentaje del cemento en la mezcla:

MEZCLA # 01
10 % CEMENTO

7.2.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.24 kN/m ³
Densidad máxima seca:	2.17 gr/cm ³
Humedad óptima:	8.20 %

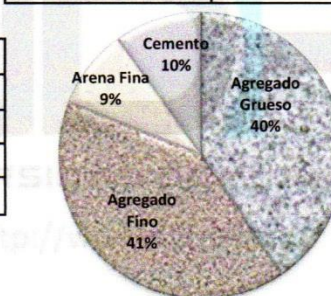
8.- Dosificación - Proporciones para concreto en producción:

8.1.- Dosificación para concreto CCR en producción en laboratorio:

Cantidad para la Jornada o capacidad de la mezcladora de:	38.00 Litros
	0.038 m ³
	1.330 ft ³

Agua óptima para el mezclado:	6.750 kg
-------------------------------	-----------------

DOSIFICACIÓN	PESO (kg)	%
Agregado Grueso:	15.390	40.50
Agregado Fino:	15.390	40.50
Arena Fina:	3.420	9.00
Cemento:	3.800	10.00

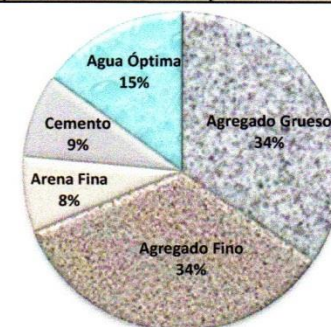


8.2.- Dosificación para 1 m³ de concreto CCR en producción:

Diseño de mezcla en base a los resultados obtenidos de la compactación para 1 m ³ :	1000.00 Litros
	1.000 m ³
	35.000 ft ³

DOSIFICACIÓN	Peso (kg/m ³)	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Volumen (Lit./bolsa)
Agregado Grueso:	405.000	4.050	172.125	72.321
Agregado Fino:	405.000	4.050	172.125	73.873
Arena Fina:	90.000	0.900	38.250	16.277
Cemento:	100.000	1.000	42.500	28.317
Agua óptima para el mezclado:	177.634	1.776	75.494	75.494
Total:	1177.6 kg/m³			

Bolsas por m ³	3 bolsas
---------------------------	-----------------



Josef Chiquelina Chiquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) UTILIZANDO CONCEPTOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR).

Tesis :	“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
 NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
 ASTM C 1435, Standard Practice for Molding Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Hammer.
 ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.
 ACI 207.5R, Report on Roller-Compacted Mass Concrete.
 ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
 ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
 ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

2.- Objeto:

Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

3.- Materiales:

Agregados fino y grueso, agua, cemento, recipiente para medir pesos unitarios, medidor de aire y cono de slump, mezcladora, cronómetro, probeta, termómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782.00		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Características de los materiales:

5.1.- Cemento:	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad específico (Pe)	2.917 g/cm ³	Promedio	
5.2.- Agua:	Control del pH	7	Neutro	
	Densidad de masa del agua	1.000 g/cm ³	A temperatura 23°C	
	Sólidos en suspensión:	NP	No presenta	
5.3.- Agregados:	DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARENA FINA
	Tamaño máximo:	1.1/2"	4.75 mm	0.50 mm
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	0.43 mm
	Peso unitario varillado seco:	1664.00 kg/m ³	1641.00 kg/m ³	1647.00 kg/m ³
	Peso unitario suelto seco:	1483.00 kg/m ³	1453.00 kg/m ³	1462.00 kg/m ³
	Densidad de masa	2374.05 kg/m ³	2324.18 kg/m ³	2344.13 kg/m ³
	Peso específico Seco:	2.38	2.33	2.35
	Módulo de fineza:	6.970	3.210	1.150
	Absorción:	3.12 %	3.80 %	3.49 %
	Humedad natural:	1.65 %	2.36 %	2.28 %
	Ph:	6.20	6.40	6.50
	Equivalente de arena:	-	83.00 %	85.00 %
	Desgaste de los ángeles:	25.00 %	-	-

José Cioqueirra Cinguel
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) UTILIZANDO CONCEPTOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR).

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

7.- Estandarización inicial para la dosificación:

7.1.- Porcentaje del cemento en la mezcla:

MEZCLA # 02
12 % CEMENTO

7.2.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.52 kN/m ³
Densidad máxima seca:	2.19 gr/cm ³
Humedad óptima:	8.80 %

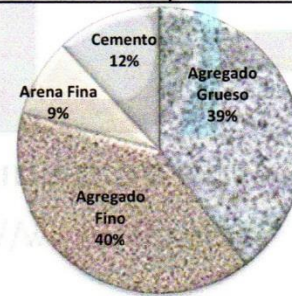
8.- Dosificación - Proporciones para concreto en producción:

8.1.- Dosificación para concreto CCR en producción en laboratorio:

Cantidad para la Jornada o capacidad de la mezcladora de:	38.00 Litros
	0.038 m ³
	1.330 ft ³

DOSIFICACIÓN	PESO (kg)	%
Agregado Grueso:	15.048	39.60
Agregado Fino:	15.048	39.60
Arena Fina:	3.344	8.80
Cemento:	4.560	12.00

Agua óptima para el mezclado:	7.339 kg
-------------------------------	-----------------

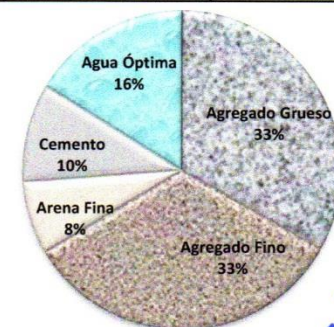


8.2.- Dosificación para 1 m³ de concreto CCR en producción:

Diseño de mezcla en base a los resultados obtenidos de la compactación para 1 m ³ :	1000.00 Litros
	1.000 m ³
	35.000 ft ³

DOSIFICACIÓN	Peso (kg/m ³)	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Volumen (Lit./bolsa)
Agregado Grueso:	396.000	3.300	140.250	58.929
Agregado Fino:	396.000	3.300	140.250	60.193
Arena Fina:	88.000	0.733	31.167	13.262
Cemento:	120.000	1.000	42.500	28.317
Agua óptima para el mezclado:	193.139	1.609	68.403	68.403
Total:	1193.1 kg/m³			

Bolsas por m ³	3 bolsas
---------------------------	-----------------



Josef Chiquel Chiquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) UTILIZANDO CONCEPTOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR).

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

1.- Referencia:

- ASTM D 1557: Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 KN-m/m³).
 NTP 339.141, Método de prueba estándar para la compactación en laboratorio de las características del suelo usando el Esfuerzo Modificado (2,700 KN-m/m³).
 ASTM C 1435, Standard Practice for Molding Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Hammer.
 ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.
 ACI 207.5R, Report on Roller-Compacted Mass Concrete.
 ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
 ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
 ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

2.- Objeto:

Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

3.- Materiales:

Agregados fino y grueso, agua, cemento, recipiente para medir pesos unitarios, medidor de aire y cono de slump, mezcladora, cronómetro, probeta, termómetro.

4.- Datos de muestreo:

Fecha de muestreo:	04/07/2017	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profundidad de muestreo:	Superficial	Muestra: N°	M-1,2,3.	Estrato: N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE 367965 m	NORTE: 8906990 m	msnm: 1782.00		
Localización:	CANTERA AGREGADOS: LIMÓN PAMPA - ESPERANZA (Margen derecha del Río Huallaga).				

5.- Características de los materiales:

5.1.- Cemento:	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad específico (Pe)	2.917 g/cm ³	Promedio	
5.2.- Agua:	Control del pH	7	Neutro	
	Densidad de masa del agua	1.000 g/cm ³	A temperatura 23°C	
	Sólidos en suspensión:	NP	No presenta	
5.3.- Agregados:	DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARENA FINA
	Tamaño máximo:	1.1/2"	4.75 mm	0.50 mm
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	0.43 mm
	Peso unitario varillado seco:	1664.00 kg/m ³	1641.00 kg/m ³	1647.00 kg/m ³
	Peso unitario suelto seco:	1483.00 kg/m ³	1453.00 kg/m ³	1462.00 kg/m ³
	Densidad de masa	2374.05 kg/m ³	2324.18 kg/m ³	2344.13 kg/m ³
	Peso específico Seco:	2.38	2.33	2.35
	Módulo de fineza:	6.970	3.210	1.150
	Absorción:	3.12 %	3.80 %	3.49 %
	Humedad natural:	1.65 %	2.36 %	2.28 %
	Ph:	6.20	6.40	6.50
	Equivalente de arena:	-	83.00 %	85.00 %
	Desgaste de los ángeles:	25.00 %	-	-

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154
Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe

Posul Choquevilca Chiriquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) UTILIZANDO CONCEPTOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR).

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación:	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha:	MARZO DEL 2018.

7.- Estandarización inicial para la dosificación:

7.1.- Porcentaje del cemento en la mezcla:

MEZCLA # 03
14 % CEMENTO

7.2.- Resultados de la compactación:

Peso unitario máxima seca:	21.57 kN/m ³
Densidad máxima seca:	2.20 gr/cm ³
Humedad óptima:	9.00 %

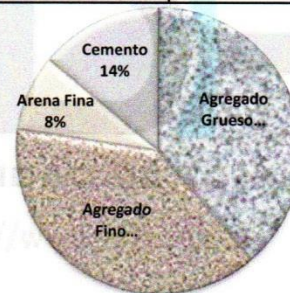
8.- Dosificación - Proporciones para concreto en producción:

8.1.- Dosificación para concreto CCR en producción en laboratorio:

Cantidad para la Jornada o capacidad de la mezcladora de:	38.00 Litros
	0.038 m ³
	1.330 ft ³

Agua óptima para el mezclado:	7.524 kg
-------------------------------	----------

DOSIFICACIÓN	PESO (kg)	%
Agregado Grueso:	14.706	38.70
Agregado Fino:	14.706	38.70
Arena Fina:	3.268	8.60
Cemento:	5.320	14.00

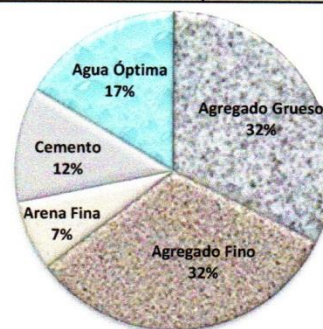


8.2.- Dosificación para 1 m³ de concreto CCR en producción:

Diseño de mezcla en base a los resultados obtenidos de la compactación para 1 m ³ :	1000.00 Litros
	1.000 m ³
	35.000 ft ³

DOSIFICACIÓN	Peso (kg/m ³)	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Volumen (Lit./bolsa)
Agregado Grueso:	387.000	2.764	117.482	49.362
Agregado Fino:	387.000	2.764	117.482	50.422
Arena Fina:	86.000	0.614	26.107	11.109
Cemento:	140.000	1.000	42.500	28.317
Agua óptima para el mezclado:	198.000	1.414	60.107	60.107
Total:	1198.0 kg/m ³			

Bolsas por m ³	4 bolsas
---------------------------	----------



José Cioquevilca Cárquez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154

Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe

ANEXO V.II

ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL
CONCRETO DE 7, 14 Y 28 DIAS, 3 CAPAS, 10%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimen.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 10% - 3 CAPAS.	M - 01	20/07/2017	27/07/2017	15.20	15.20	15.50	14.60	15.13	179.67	30.50	2.02	1.001	12,363.0	7	14520	80.89	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	20/07/2017	27/07/2017	15.30	15.10	15.10	15.30	15.20	181.46	30.00	1.97	0.997	12,124.0	7	14410	79.21	
	M - 03	20/07/2017	27/07/2017	14.90	15.40	15.10	15.10	15.13	179.67	30.30	2.00	1.000	12,224.0	7	14320	79.69	
PAVIMENTO - CCR - 10% - 3 CAPAS.	M - 04	20/07/2017	27/07/2017	15.10	15.50	15.40	15.10	15.28	183.25	30.10	1.97	0.997	12,122.0	7	14470	78.74	
	M - 05	20/07/2017	27/07/2017	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30	183.85	30.30	1.98	0.998	12,581.0	7	14720	79.90	
	M - 06	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.00	15.10	14.90	15.00	176.71	30.10	2.01	1.000	12,064.0	7	14960	84.67	
	M - 07	20/07/2017	27/07/2017	15.20	15.10	15.10	15.20	15.15	180.27	30.30	2.00	1.000	12,174.0	7	15210	84.34	
	M - 08	20/07/2017	27/07/2017	15.05	15.20	15.00	15.00	15.06	178.19	30.00	1.99	0.999	11,961.0	7	14420	80.84	
	M - 09	20/07/2017	27/07/2017	15.10	15.00	15.10	15.10	15.08	178.49	30.00	1.99	0.999	12,183.0	7	14330	80.19	
	M - 10	20/07/2017	27/07/2017	15.20	15.10	15.10	15.20	15.15	180.27	30.20	1.99	0.999	12,189.0	7	14810	82.08	
	M - 11	20/07/2017	27/07/2017	15.10	15.20	15.10	15.20	15.15	180.27	29.50	1.95	0.995	11,959.0	7	14950	82.54	
	M - 12	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.30	15.10	15.10	15.13	179.67	30.00	1.98	0.998	12,030.0	7	15170	84.28	
	M - 13	20/07/2017	27/07/2017	15.30	15.40	15.40	15.20	15.33	184.46	30.00	1.96	0.996	12,667.0	7	15150	81.82	
	M - 14	20/07/2017	27/07/2017	15.20	15.00	15.00	15.10	15.08	178.49	30.10	2.00	0.999	12,105.0	7	14400	80.62	
	M - 15	20/07/2017	27/07/2017	15.10	15.00	15.20	15.00	15.08	178.49	30.50	2.02	1.002	12,207.0	7	14300	80.24	
	Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarillos - Huánuco.																



Jose Chacurra Chacurra
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	174.10	159.00	9.50 %	2.26	2.06
M - 12	410.70	361.00	13.77 %	2.23	1.96
M - 06	346.10	322.00	7.48 %	2.27	2.11
M - 13	207.70	192.00	8.18 %	2.29	2.12

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	9.73 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.26 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.06 g/cm³


 José Chocovirika Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 83749

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

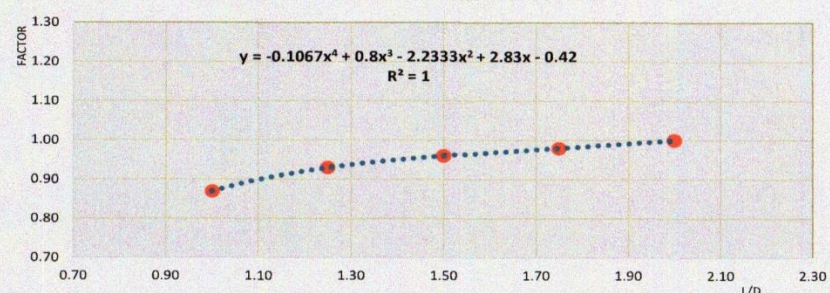
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

SERIE DE DATOS PARA LLENAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.93 kgf/cm²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.19 kgf/cm²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	81.23 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	80.76 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	80.22 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	2.96
Desviación Estandar, (σ)	1.72 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	2.12 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.8198

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[78.74	79.93 >	79.33	4	0.2667	4	317.33	14.39
2	[79.93	81.11 >	80.52	5	0.3333	9	402.60	2.53
3	[81.11	82.30 >	81.71	2	0.1333	11	163.41	0.45
4	[82.30	83.48 >	82.89	1	0.0667	12	82.89	2.76
5	[83.48	84.67]	84.08	3	0.2000	15	252.23	24.32
$\Sigma =$				15	1		1218.46	44.45

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Osquecilla Cárdenas
C.A.P. 03749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

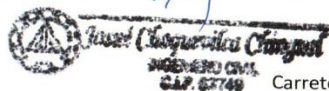
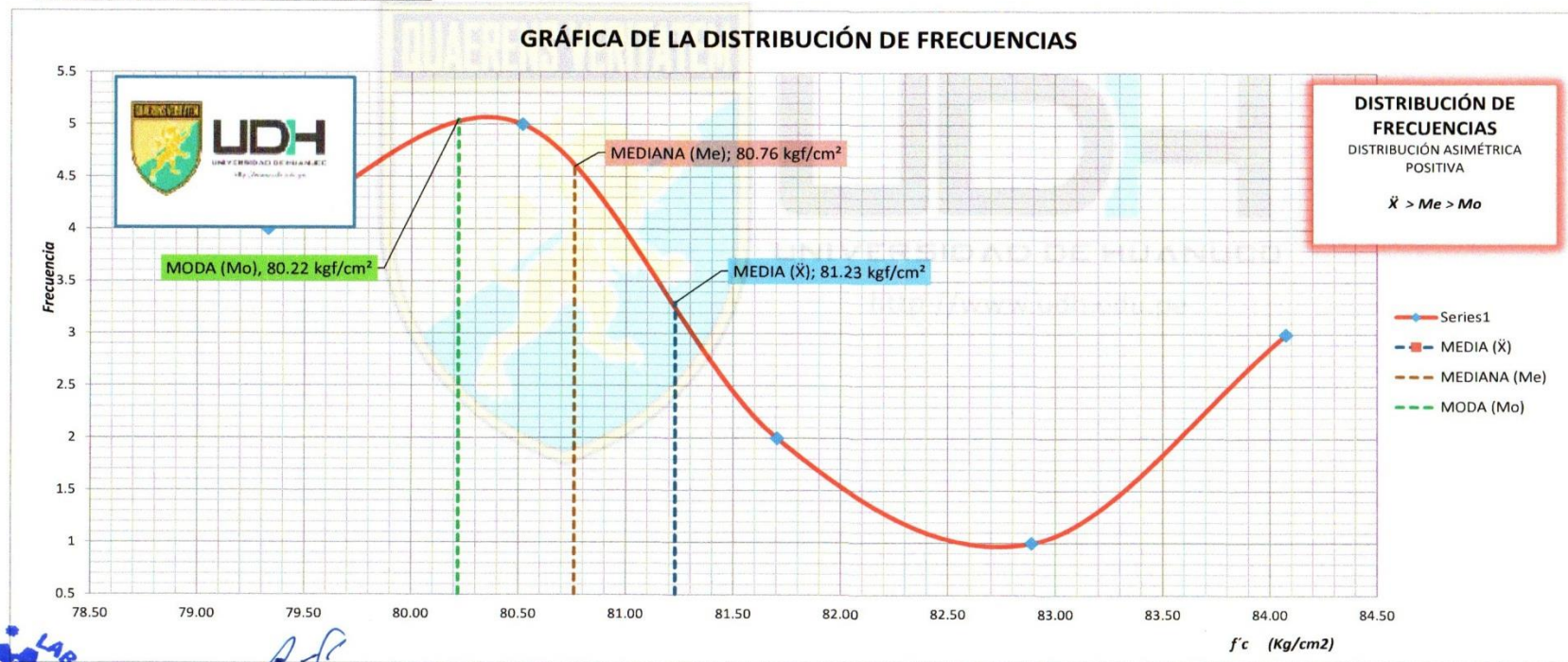


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 04	1 78.74	0.097832
M - 02	2 79.21	0.134958
M - 03	3 79.69	0.173548
M - 05	4 79.90	0.189046
M - 09	5 80.19	0.207598
M - 15	6 80.24	0.210371
M - 14	7 80.62	0.226351
M - 08	8 80.84	0.230942
M - 01	9 80.89	0.231469
M - 13	10 81.82	0.207027
M - 10	11 82.08	0.190444
M - 11	12 82.54	0.155348
M - 12	13 84.28	0.037645
M - 07	14 84.34	0.035201
M - 06	15 84.67	0.023810

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.87 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	81.87 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	80.13 kgf/cm²
	80.13 kgf/cm² ≤ μ ≤ 81.87 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 80.13 kgf/cm² a 81.87 kgf/cm².		

FÓRMULAS

$$\alpha = 1 - 95 \%$$

$$Z = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\mu = \bar{X} \pm Z \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



Handwritten signature
José Choquevilca Chingel
 INGENIERO CIVIL
 C.A.P. 03740



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

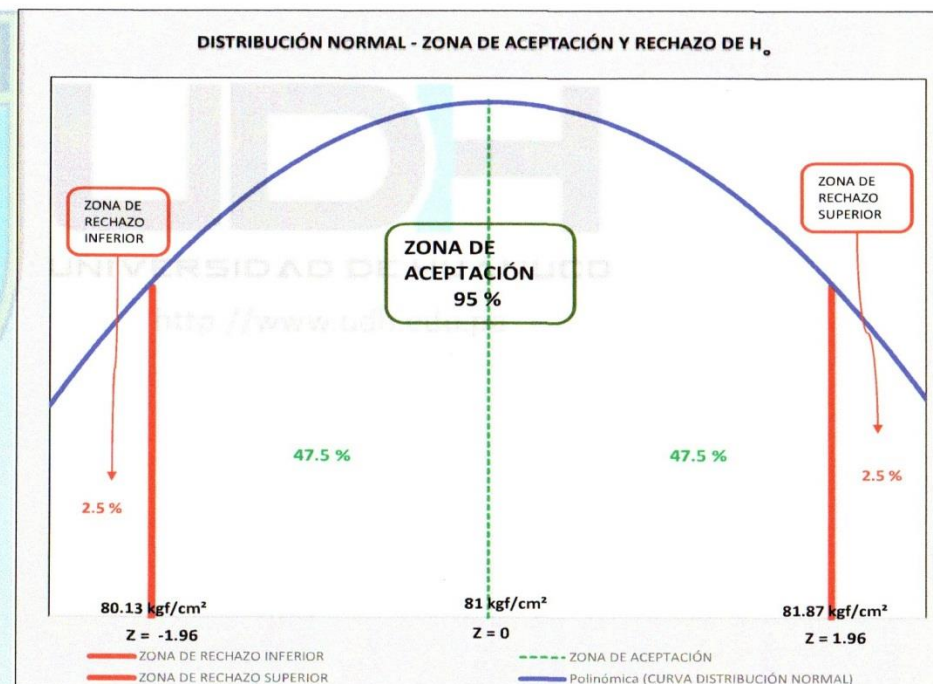
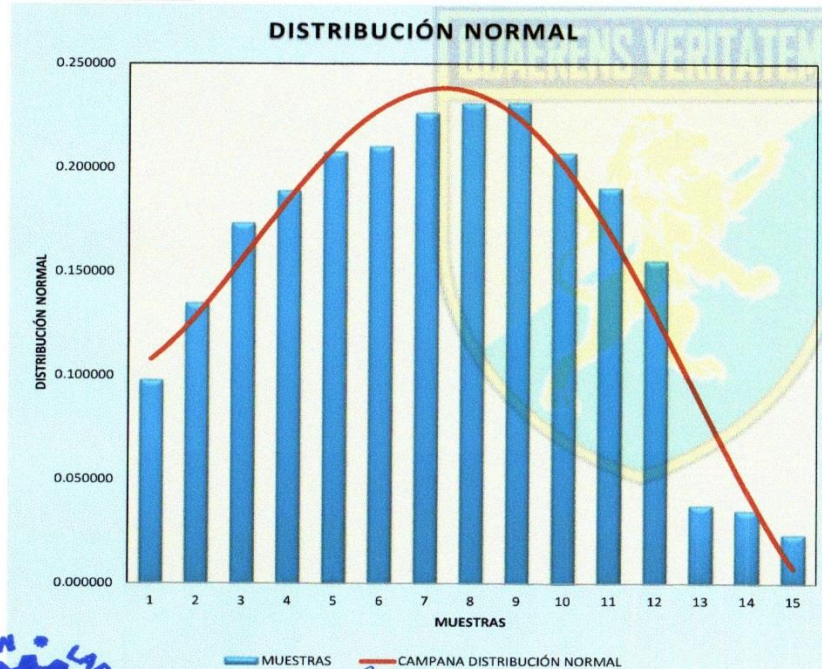


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Chiquel
Ingeniero Civil
C.R. 83749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

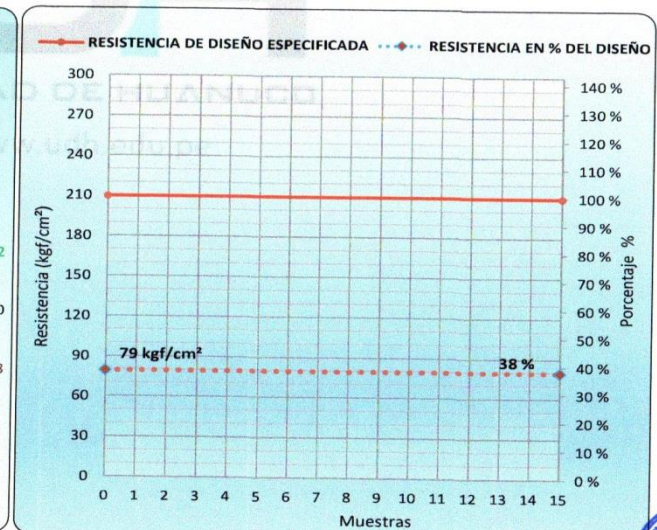
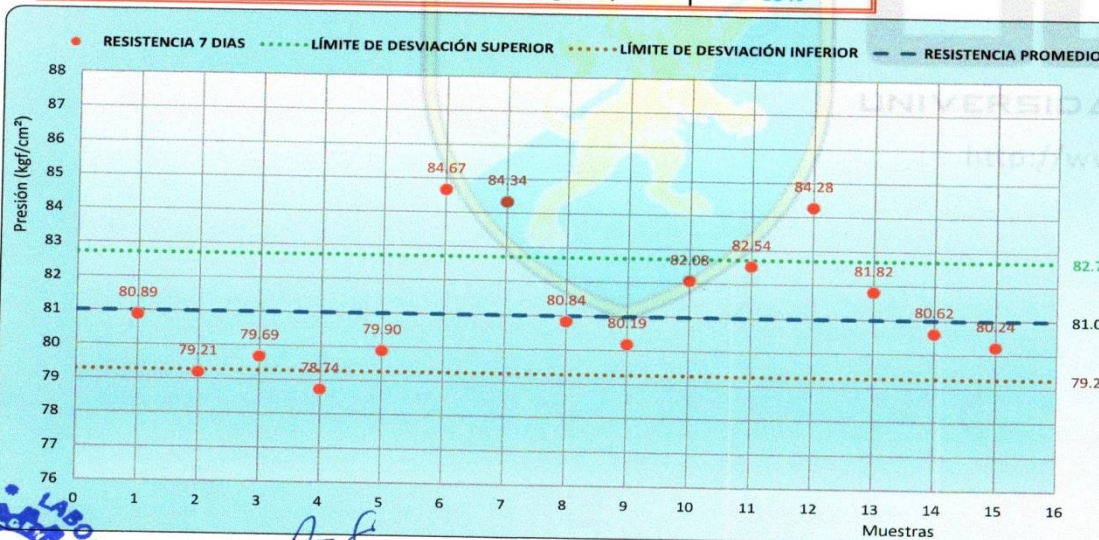
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	81 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.72 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	79 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	2.12 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	38 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Jesús Choquevita Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 03749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimen.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeado	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f _c (kgf/cm ²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm ²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 10% - 3 CAPAS.	M - 01	20/07/2017	03/08/2017	15.15	15.20	15.20	15.15	15.18	180.86	30.00	1.98	0.998	11,680.0	14	19630	108.29	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	20/07/2017	03/08/2017	15.20	15.60	15.40	15.10	15.33	184.46	30.00	1.96	0.996	12,300.0	14	20280	109.52	
	M - 03	20/07/2017	03/08/2017	15.15	14.95	15.10	15.15	15.09	178.78	30.00	1.99	0.999	11,730.0	14	19770	110.43	
	M - 04	20/07/2017	03/08/2017	15.25	15.20	15.10	15.10	15.16	180.56	30.00	1.98	0.998	11,960.0	14	19820	109.53	
	M - 05	20/07/2017	03/08/2017	15.10	15.05	14.95	14.95	15.01	177.01	30.00	2.00	0.999	11,780.0	14	19480	109.99	
	M - 06	20/07/2017	03/08/2017	15.20	15.10	15.00	15.00	15.08	178.49	30.00	1.99	0.999	11,965.0	14	19500	109.12	
	M - 07	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.10	15.30	15.00	15.10	179.08	30.00	1.99	0.999	12,047.0	14	20070	111.91	
	M - 08	20/07/2017	03/08/2017	15.10	15.04	15.10	15.00	15.06	178.13	30.00	1.99	0.999	11,870.0	14	19020	106.66	
	M - 09	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.10	15.20	15.10	15.10	179.08	30.00	1.99	0.999	11,900.0	14	19820	110.51	
	M - 10	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.20	15.30	15.00	15.13	179.67	30.00	1.98	0.998	11,650.0	14	19450	108.06	
	M - 11	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.00	15.10	15.05	15.04	177.60	30.00	2.00	0.999	12,030.0	14	19820	111.51	
	M - 12	20/07/2017	03/08/2017	15.40	15.20	15.20	15.10	15.23	182.06	30.00	1.97	0.997	11,480.0	14	19550	107.08	
	M - 13	20/07/2017	03/08/2017	15.30	15.10	15.00	15.20	15.15	180.27	30.00	1.98	0.998	12,010.0	14	20010	110.78	
	M - 14	20/07/2017	03/08/2017	15.10	15.00	15.10	15.00	15.05	177.89	30.00	1.99	0.999	11,820.0	14	19780	111.08	
	M - 15	20/07/2017	03/08/2017	15.10	15.00	15.20	15.00	15.08	178.49	30.00	1.99	0.999	11,630.0	14	19290	107.94	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



Ing. Peter Andy Espinoza Torres
Ingeniero Civil
C.A.P. 65149

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 05	169.00	162.00	4.32 %	2.22	2.13
M - 02	85.00	80.00	6.25 %	2.22	2.09
M - 04	95.00	91.00	4.40 %	2.21	2.11
M - 03	221.00	210.00	5.24 %	2.19	2.08

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	5.05 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.21 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.10 g/cm³



José Choquevilca Chingul
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63749

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

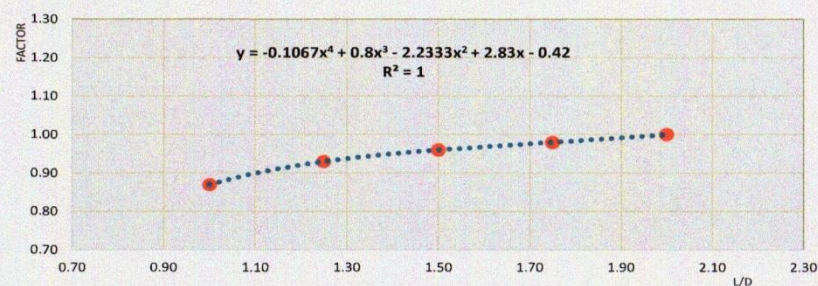
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.25 kgf/cm ²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	1.05 kgf/cm ²	
Fórmulas:		
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	109.50 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	109.64 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	110.34 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	1.94
Desviación Estandar, (σ)	1.39 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.27 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.3022

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[106.66	107.71 >	107.19	2	0.1333	2	214.37	10.72
2	[107.71	108.76 >	108.24	3	0.2000	5	324.71	4.80
3	[108.76	109.81 >	109.29	3	0.2000	8	327.86	0.14
4	[109.81	110.86 >	110.34	4	0.2667	12	441.34	2.79
5	[110.86	111.91]	111.39	3	0.2000	15	334.16	10.66
				Σ= 15	1		1642.43	29.11

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra

K = Nº Intervalos

Li = Límite Inferior

Ls = Límite Superior

xi = Marca de Clase

fi = Frecuencia Absoluta

fr = Relativa

F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chagüel Chingón
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

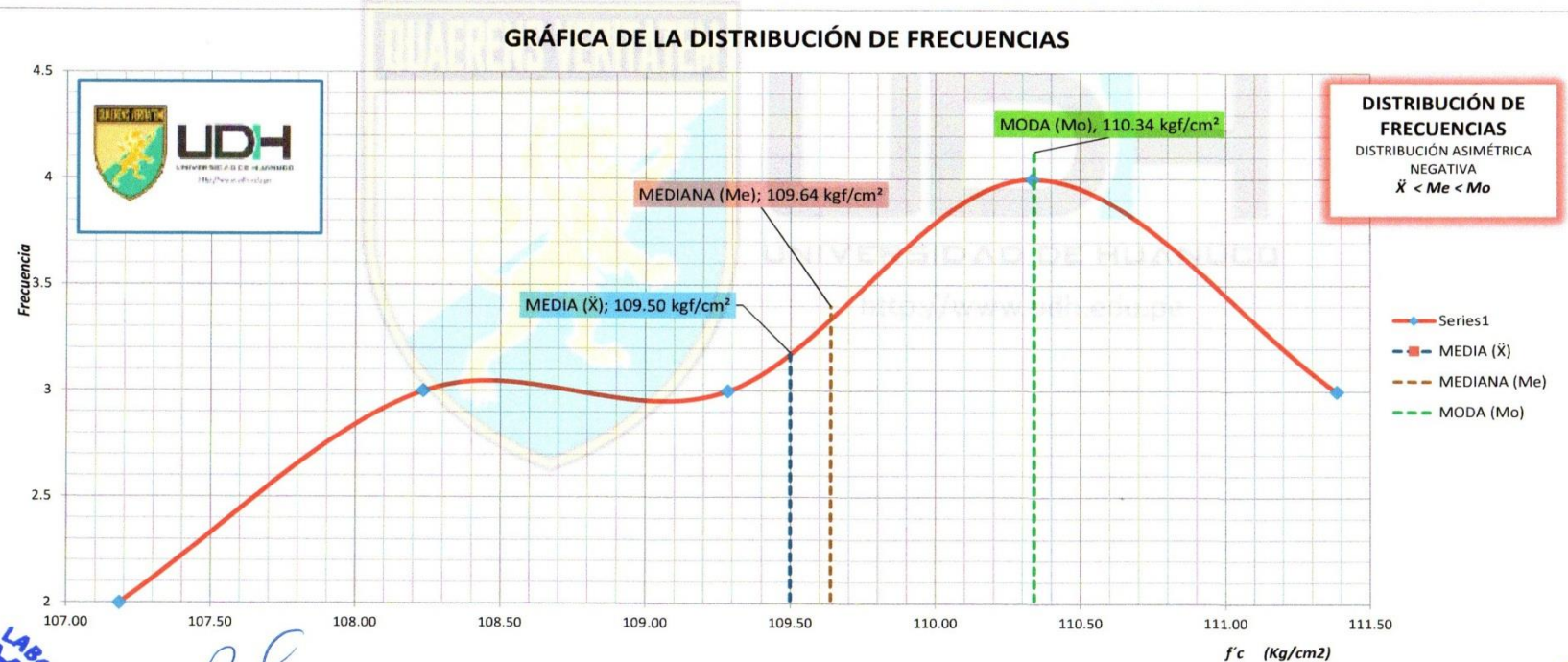


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Josue Choquevilca Chingun
INDIGERO CIVIL
C.A.P. 68749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 08	1	106.66	0.016000
M - 12	2	107.08	0.031595
M - 15	3	107.94	0.095711
M - 10	4	108.06	0.108370
M - 01	5	108.29	0.134666
M - 06	6	109.12	0.234888
M - 02	7	109.52	0.270396
M - 04	8	109.53	0.271062
M - 05	9	109.99	0.287001
M - 03	10	110.43	0.273599
M - 09	11	110.51	0.268326
M - 13	12	110.78	0.245198
M - 14	13	111.08	0.212229
M - 11	14	111.51	0.159088
M - 07	15	111.91	0.111658

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.70 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	110.70 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	109.30 kgf/cm²
	109.3 kgf/cm² ≤ μ ≤ 110.7 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 109.3 kgf/cm² a 110.7 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{x} \pm Z \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



José Chequerica Chiquet
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 00749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

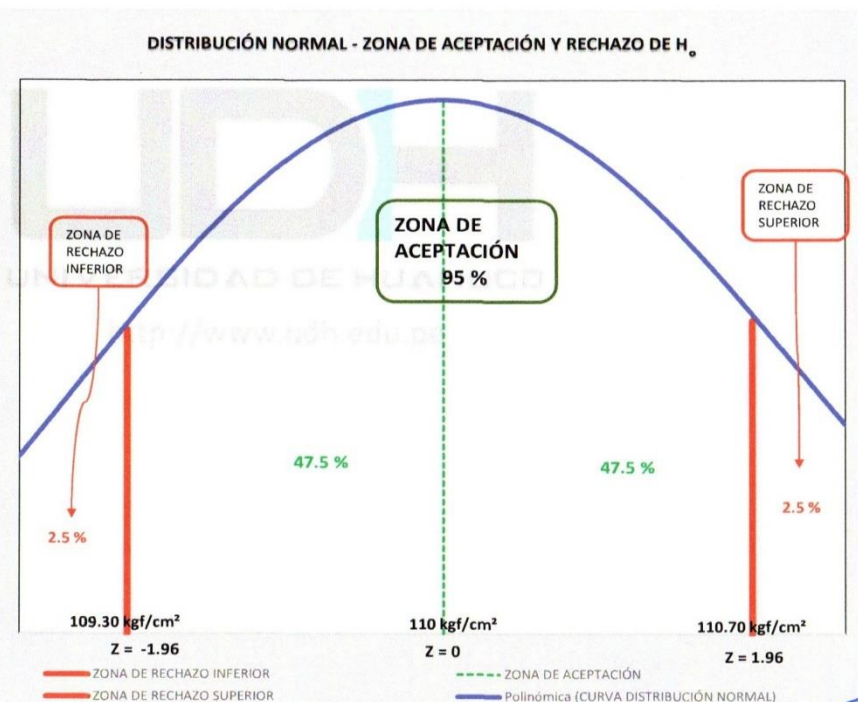
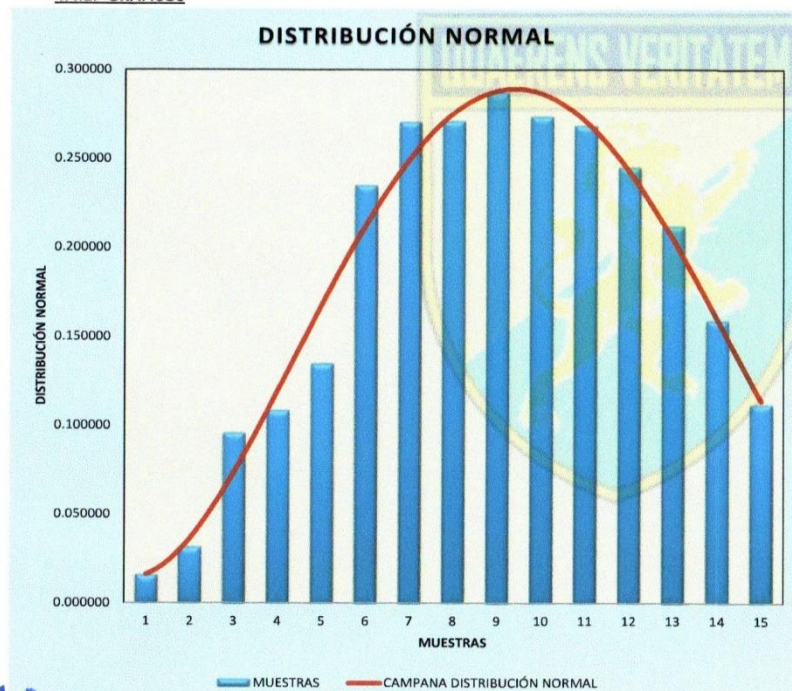


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Choquevilca Chinguy
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

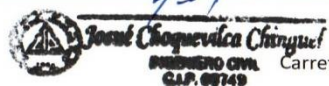
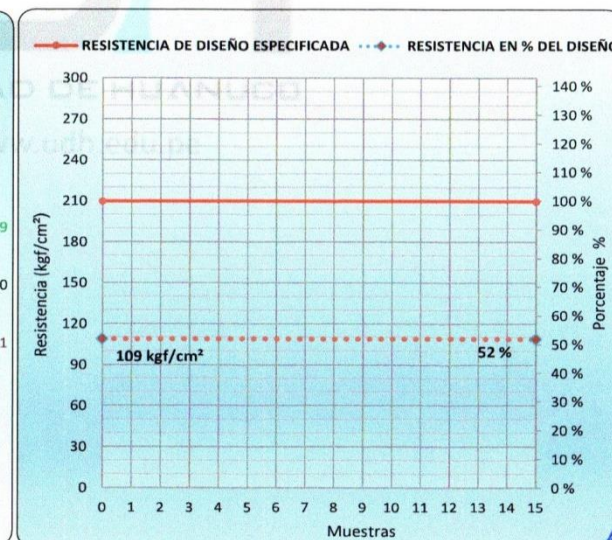
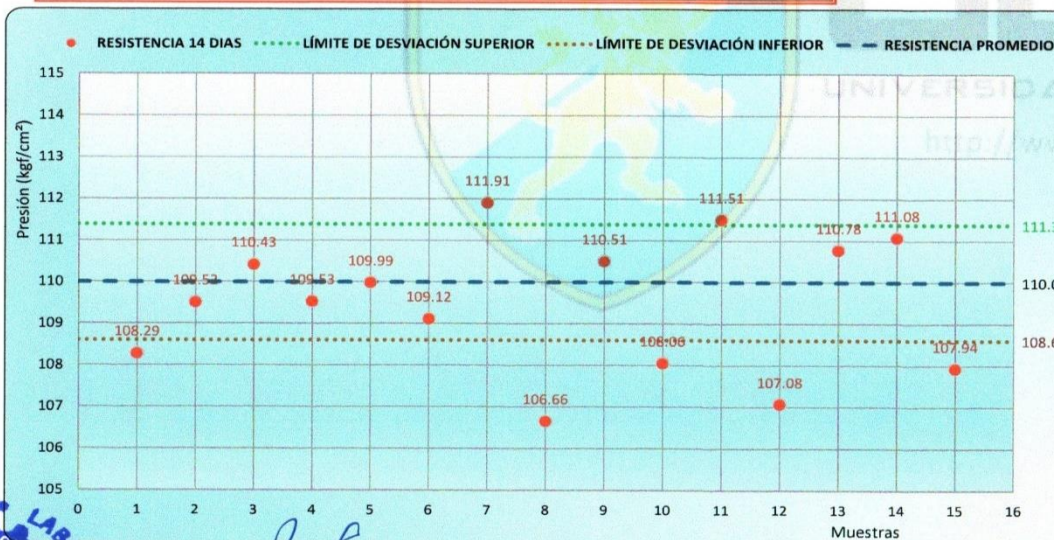
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	110 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.39 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	109 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.26 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	52 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

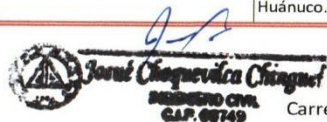
MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

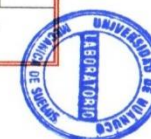
Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeado	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 10% - 3 CAPAS.	M - 01	20/07/2017	17/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.20	15.05	177.89	30.30	2.01	1.001	12,291.0	28	21130	118.86	Falla cónica
	M - 02	20/07/2017	17/08/2017	14.90	15.40	15.00	15.30	15.15	180.27	30.20	1.99	0.999	12,494.0	28	20720	114.83	
	M - 03	20/07/2017	17/08/2017	14.50	15.30	15.10	15.20	15.03	177.30	30.00	2.00	0.999	12,329.0	28	21260	119.83	
	M - 04	20/07/2017	17/08/2017	14.70	15.20	15.00	15.00	14.98	176.13	30.30	2.02	1.002	12,284.0	28	21190	120.50	
	M - 05	20/07/2017	17/08/2017	15.10	15.10	15.00	15.20	15.10	179.08	30.20	2.00	1.000	12,492.0	28	20460	114.21	
	M - 06	20/07/2017	17/08/2017	15.20	15.10	15.10	15.20	15.15	180.27	30.00	1.98	0.998	12,325.0	28	20750	114.87	
	M - 07	20/07/2017	17/08/2017	15.10	15.10	15.10	15.30	15.15	180.27	30.20	1.99	0.999	12,518.0	28	21090	116.88	
	M - 08	20/07/2017	17/08/2017	15.40	15.30	15.40	15.10	15.30	183.85	30.00	1.96	0.996	12,729.0	28	20890	113.21	
	M - 09	20/07/2017	17/08/2017	15.20	15.10	15.10	15.10	15.13	179.67	30.20	2.00	0.999	12,369.0	28	20720	115.24	
	M - 10	20/07/2017	17/08/2017	15.10	15.10	15.20	15.20	15.15	180.27	30.00	1.98	0.998	11,814.0	28	20440	113.16	
	M - 11	20/07/2017	17/08/2017	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	181.46	29.80	1.96	0.996	12,250.0	28	20910	114.81	
	M - 12	20/07/2017	17/08/2017	15.40	15.30	15.30	15.30	15.33	184.46	30.00	1.96	0.996	12,687.0	28	21340	115.24	
	M - 13	20/07/2017	17/08/2017	15.30	15.30	15.30	15.20	15.28	183.25	30.00	1.96	0.997	12,441.0	28	20910	113.72	
	M - 14	20/07/2017	17/08/2017	15.30	15.20	15.20	15.20	15.23	182.06	30.00	1.97	0.997	12,336.0	28	20490	112.23	
	M - 15	20/07/2017	17/08/2017	15.20	15.20	15.00	15.00	15.10	179.08	30.10	1.99	0.999	12,190.0	28	21140	117.94	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarillos - Huánuco.



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 09	610.00	559.00	9.12 %	2.28	2.09
M - 08	188.00	173.00	8.67 %	2.31	2.12
M - 07	297.00	275.00	8.00 %	2.30	2.13
M - 06	118.00	109.00	8.26 %	2.28	2.11

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	8.51 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.29 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.11 g/cm³


José Choquevalca Chingur
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 03749

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

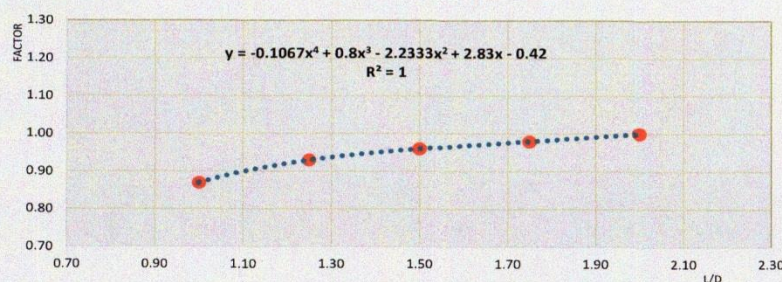
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

SELECIONAR Y LLENAR LAS TABLAS DE FRECUENCIA

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	8.27 kgf/cm²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.65 kgf/cm²

Fórmulas:

$$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$$

$$K = 1 + 3.322 * Log(n)$$

$$A = \frac{R}{K}$$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	115.59 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	114.85 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	114.36 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	5.79
Desviación Estandar, (σ)	2.41 kgf/cm ²
Coefficiente de Variación, (C.V.)	2.08 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.9212

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[112.23	113.88 >	113.06	4	0.2667	4	452.23	25.66
2	[113.88	115.54 >	114.71	6	0.4000	10	688.27	4.64
3	[115.54	117.19 >	116.37	1	0.0667	11	116.37	0.60
4	[117.19	118.85 >	118.02	1	0.0667	12	118.02	5.90
5	[118.85	120.50]	119.67	3	0.2000	15	359.02	50.01
$\Sigma =$				15	1		1733.90	86.81

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



Jose Chequerillo Chingua
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 03749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

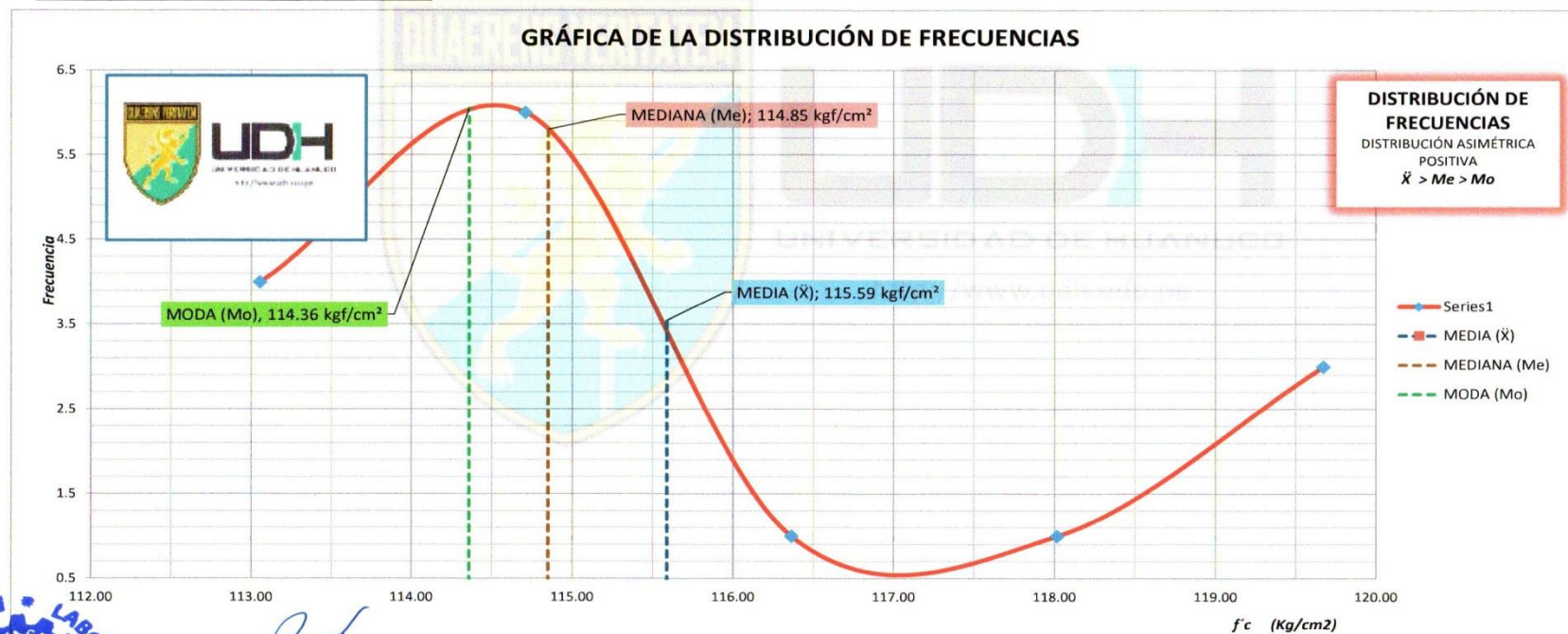


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



José Choquevilca Chiray
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63743

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: egq_ingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 14	1	112.23	0.048699
M - 10	2	113.16	0.082669
M - 08	3	113.21	0.084697
M - 13	4	113.72	0.105813
M - 05	5	114.21	0.125632
M - 11	6	114.81	0.146538
M - 02	7	114.83	0.147134
M - 06	8	114.87	0.148304
M - 09	9	115.24	0.157506
M - 09	10	115.24	0.157506
M - 07	11	116.88	0.154860
M - 15	12	117.94	0.119725
M - 01	13	118.86	0.081862
M - 03	14	119.83	0.046824
M - 04	15	120.50	0.028961

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.22 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	117.22 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	114.78 kgf/cm²
		114.78 kgf/cm² ≤ μ ≤ 117.22 kgf/cm²
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 114.78 kgf/cm² a 117.22 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{x} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



D-f
José Chamevica Chingot
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: capingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

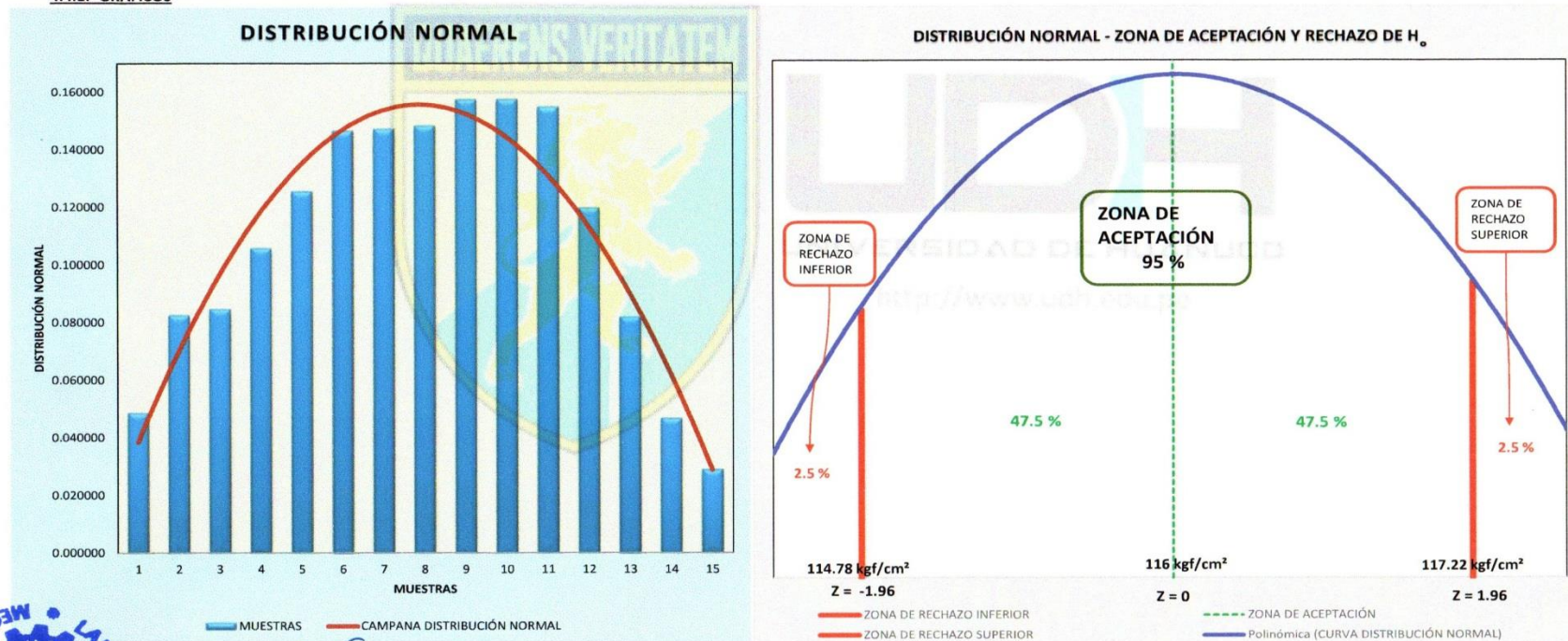


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: engciv@udh.edu.pe

E-mail: engciv@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

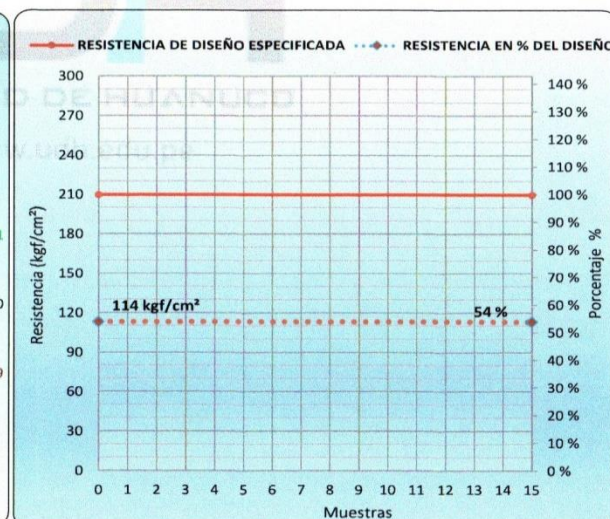
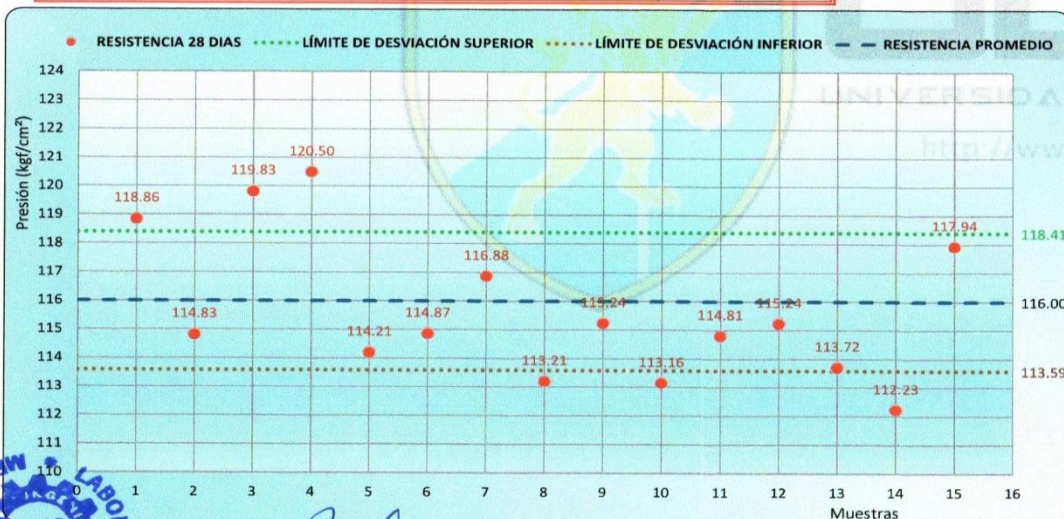
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	116 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	2.41 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	114 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	2.08 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	54 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Ing. José Choquevilca Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: engcivili@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

CURVA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

Tesis:	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

1.- Cuadro de resumen y gráfica de evolución del concreto:

_ % CEMENTO: 10% _ COMPACTACIÓN: 3 CAPAS _ TIEMPO COMPACTACIÓN: 20 seg.	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DIAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm²	79 kgf/cm²	109 kgf/cm²	114 kgf/cm²	f'c =24.749*ln(dias) + 35.178
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c=210 kgf/cm²)	0 %	38 %	52 %	54 %	



José Chequerón Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63748

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



ANEXO V.III

ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE
7, 14 Y 28 DIAS, 3 CAPAS, 12%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 12% - 3 CAPAS.	M - 01	21/07/2017	28/07/2017	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	186.27	30.15	1.96	0.996	12,111.0	7	19930	106.58	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	21/07/2017	28/07/2017	15.20	14.90	15.15	15.20	15.11	179.38	30.12	1.99	0.999	11,592.0	7	19000	105.82	
	M - 03	21/07/2017	28/07/2017	15.15	15.60	15.40	15.90	15.51	189.00	30.30	1.95	0.996	12,029.0	7	19610	103.32	
	M - 04	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.20	14.90	15.10	15.05	177.89	30.05	2.00	0.999	11,625.0	7	20070	112.74	
	M - 05	21/07/2017	28/07/2017	15.15	15.35	15.05	15.30	15.21	181.76	30.40	2.00	0.999	11,848.0	7	20160	110.86	
	M - 06	21/07/2017	28/07/2017	15.40	15.42	15.40	15.20	15.36	185.18	30.25	1.97	0.997	11,712.0	7	19350	104.19	
	M - 07	21/07/2017	28/07/2017	15.10	15.10	15.15	15.15	15.13	179.67	30.45	2.01	1.001	11,650.0	7	19830	110.44	
	M - 08	21/07/2017	28/07/2017	15.03	15.05	15.10	15.10	15.07	178.37	30.00	1.99	0.999	11,646.0	7	19670	110.15	
	M - 09	21/07/2017	28/07/2017	15.10	15.00	15.20	15.00	15.08	178.49	30.00	1.99	0.999	11,534.0	7	20060	112.25	
	M - 10	21/07/2017	28/07/2017	15.25	15.15	15.03	15.05	15.12	179.55	30.30	2.00	1.000	11,848.0	7	19560	108.93	
	M - 11	21/07/2017	28/07/2017	15.20	15.15	15.15	15.15	15.16	180.56	29.90	1.97	0.997	11,725.0	7	20000	110.46	
	M - 12	21/07/2017	28/07/2017	15.30	15.25	15.30	15.15	15.25	182.65	30.00	1.97	0.997	11,661.0	7	20030	109.32	
	M - 13	21/07/2017	28/07/2017	15.15	15.35	15.15	15.15	15.20	181.46	30.00	1.97	0.997	11,652.0	7	20100	110.49	
	M - 14	21/07/2017	28/07/2017	14.95	15.40	15.15	15.40	15.23	182.06	30.15	1.98	0.998	11,781.0	7	19590	107.39	
	M - 15	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.10	15.40	15.15	15.16	180.56	30.00	1.98	0.998	11,571.0	7	19700	108.87	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UPH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.

José Chagrevilla Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 65149





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 11	665.00	612.00	8.66 %	2.17	2.00
M - 12	216.00	208.00	3.85 %	2.13	2.05
M - 13	363.00	334.00	8.68 %	2.14	1.97
M - 14	225.00	200.00	12.50 %	2.15	1.91

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	8.42 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.15 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	1.98 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

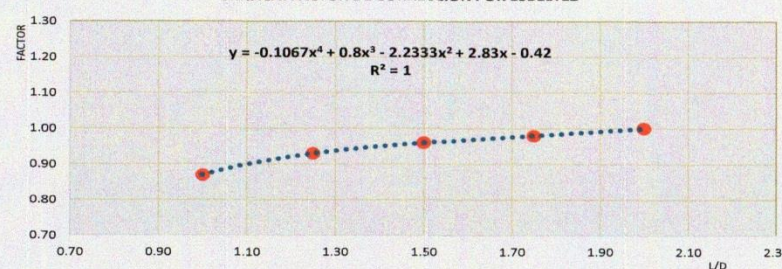
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Chequerillo Chingua
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f°c max - f°c min)	9.42 kgf/cm²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	1.88 kgf/cm²	
Fórmulas:		
$R = f^{\circ}c \text{ max} - f^{\circ}c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	108.66 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	109.16 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	109.91 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	5.99
Desviación Estandar, (σ)	2.45 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	2.25 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.6122

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X) ² *fi
	Li	Ls						
1	[103.32	105.20 >	104.26	2	0.1333	2	208.52	38.68
2	[105.20	107.09 >	106.15	2	0.1333	4	212.29	12.64
3	[107.09	108.97 >	108.03	3	0.2000	7	324.09	1.19
4	[108.97	110.86 >	109.91	5	0.3333	12	549.57	7.86
5	[110.86	112.74]	111.80	3	0.2000	15	335.39	29.54
$\Sigma =$				15	1		1629.87	89.92

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

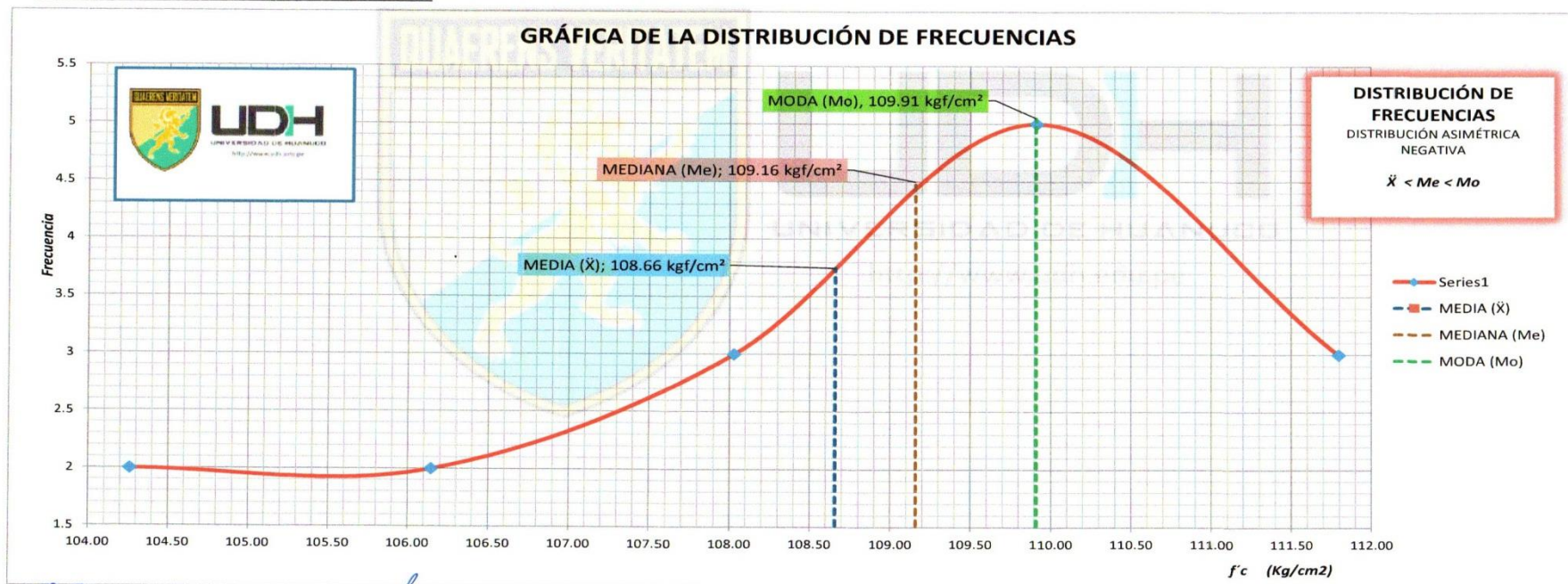


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



CLP 83743

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 03	1 103.32	0.011082
M - 06	2 104.19	0.023701
M - 02	3 105.82	0.070132
M - 01	4 106.58	0.099973
M - 14	5 107.39	0.131211
M - 15	6 108.87	0.162605
M - 10	7 108.93	0.162767
M - 12	8 109.32	0.161451
M - 08	9 110.15	0.145848
M - 07	10 110.44	0.137003
M - 11	11 110.46	0.136342
M - 13	12 110.49	0.135341
M - 05	13 110.86	0.122064
M - 09	14 112.25	0.067551
M - 04	15 112.74	0.050784

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.24 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	110.24 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	107.76 kgf/cm²
		107.76 kgf/cm² ≤ μ ≤ 110.24 kgf/cm²
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 107.76 kgf/cm² a 110.24 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

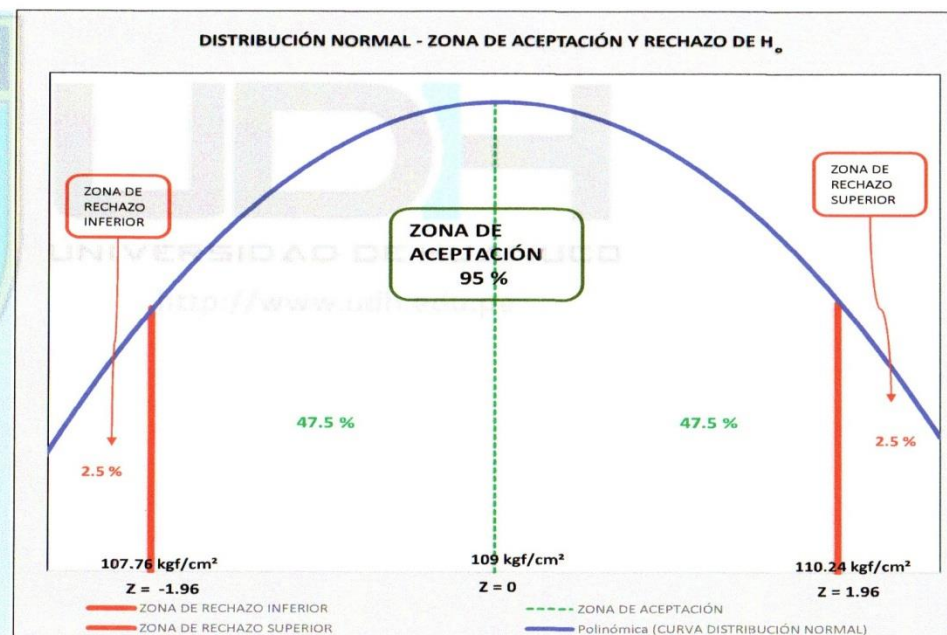
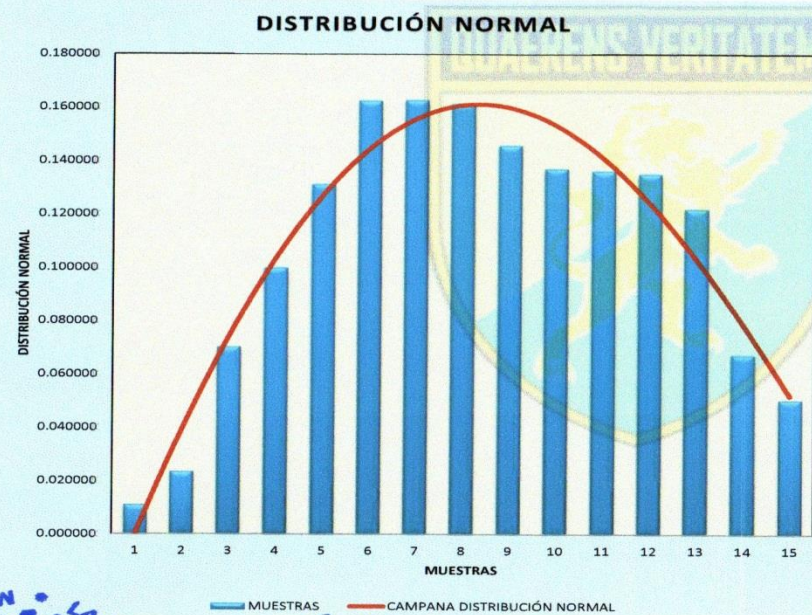


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Ing. José Chacacoma Chacoma
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

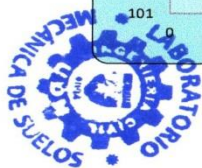
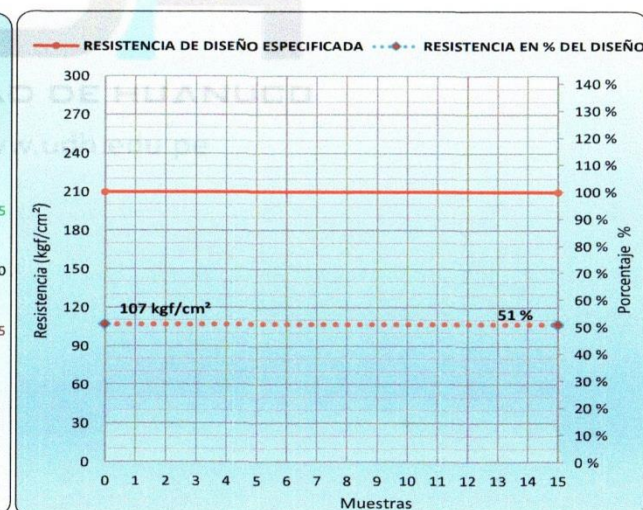
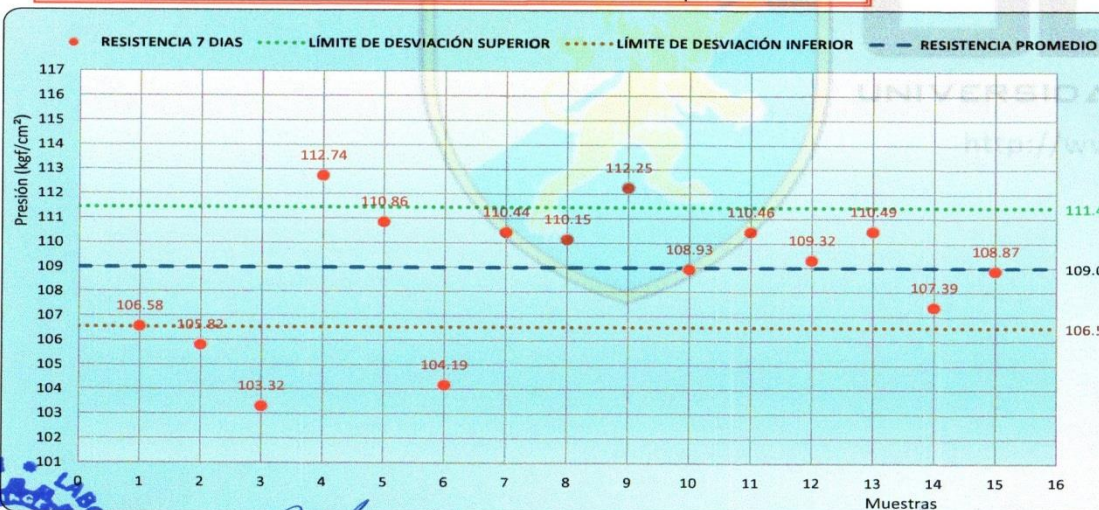
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	109 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	2.45 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	107 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	2.25 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	51 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Chagacilla Chingal
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: espinozacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kg)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 12% - 3 CAPAS.	M - 01	21/07/2017	04/08/2017	14.80	14.80	14.85	14.90	14.84	172.91	30.00	2.02	1.001	12,772.0	14	22470	130.14	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	21/07/2017	04/08/2017	15.00	14.70	14.80	15.00	14.88	173.78	30.00	2.02	1.001	12,694.0	14	23150	133.34	
	M - 03	21/07/2017	04/08/2017	14.90	14.65	15.00	14.90	14.86	173.49	30.00	2.02	1.001	13,218.0	14	22920	132.26	
	M - 04	21/07/2017	04/08/2017	14.80	15.00	14.90	14.80	14.88	173.78	30.00	2.02	1.001	12,841.0	14	22470	129.43	
	M - 05	21/07/2017	04/08/2017	15.50	14.65	15.10	14.90	15.04	177.60	30.00	2.00	0.999	12,991.0	14	22710	127.77	
	M - 06	21/07/2017	04/08/2017	14.75	14.90	14.89	15.00	14.89	174.02	30.20	2.03	1.002	12,959.0	14	22590	130.07	
	M - 07	21/07/2017	04/08/2017	14.85	15.00	14.95	14.95	14.94	175.25	30.00	2.01	1.000	12,930.0	14	22780	130.03	
	M - 08	21/07/2017	04/08/2017	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	179.08	30.15	2.00	0.999	13,188.0	14	22650	126.40	
	M - 09	21/07/2017	04/08/2017	15.10	15.10	15.15	15.15	15.13	179.67	30.20	2.00	0.999	13,095.0	14	23560	131.04	
	M - 10	21/07/2017	04/08/2017	15.25	15.20	15.10	15.10	15.16	180.56	30.10	1.99	0.998	13,045.0	14	23620	130.60	
	M - 11	21/07/2017	04/08/2017	15.05	15.02	15.25	15.20	15.13	179.79	30.20	2.00	0.999	12,867.0	14	22770	126.56	
	M - 12	21/07/2017	04/08/2017	15.10	15.10	15.10	15.20	15.13	179.67	30.15	1.99	0.999	13,118.0	14	23690	131.73	
	M - 13	21/07/2017	04/08/2017	15.25	15.10	15.15	15.05	15.14	179.97	30.00	1.98	0.998	12,912.0	14	23130	128.28	
	M - 14	21/07/2017	04/08/2017	15.15	15.20	15.25	15.15	15.19	181.16	30.10	1.98	0.998	12,958.0	14	23430	129.09	
	M - 15	21/07/2017	04/08/2017	15.15	15.02	15.25	15.25	15.17	180.68	30.00	1.98	0.998	13,127.0	14	23280	128.56	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 06	460.00	428.00	7.48 %	2.47	2.29
M - 07	584.00	548.00	6.57 %	2.46	2.31
M - 08	649.00	607.00	6.92 %	2.44	2.28
M - 09	762.00	706.00	7.93 %	2.41	2.24

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	7.22 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.45 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.28 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

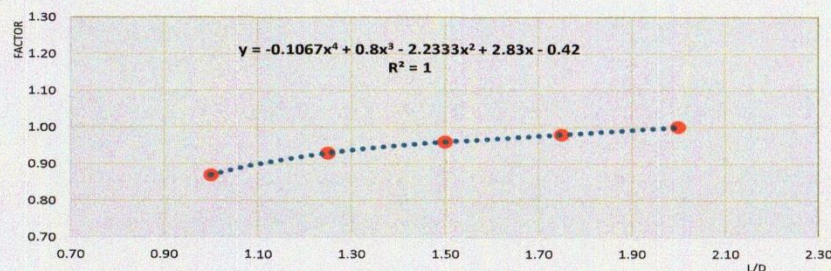
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



Josef Chogervilca Chinguy
Ingeniero Civil
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	6.94 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.39 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \log(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	129.68 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	129.70 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	129.87 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	3.31
Desviación Estandar, (σ)	1.82 kgf/cm ²
Coefficiente de Variación, (C.V.)	1.40 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.0330

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i * f_i}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{f_i} * A$$

$$Mo = Li + \frac{f_i - f(i-1)}{(f_i - f(i-1)) + (f_i - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2 * f_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[126.40	127.79 >	127.09	3	0.2000	3	381.28	20.06
2	[127.79	129.18 >	128.48	3	0.2000	6	385.45	4.31
3	[129.18	130.56 >	129.87	4	0.2667	10	519.48	0.14
4	[130.56	131.95 >	131.26	3	0.2000	13	393.77	7.47
5	[131.95	133.34]	132.65	2	0.1333	15	265.29	17.59
$\Sigma =$				15	1		1945.27	49.58

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Choqueru Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63945

retera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

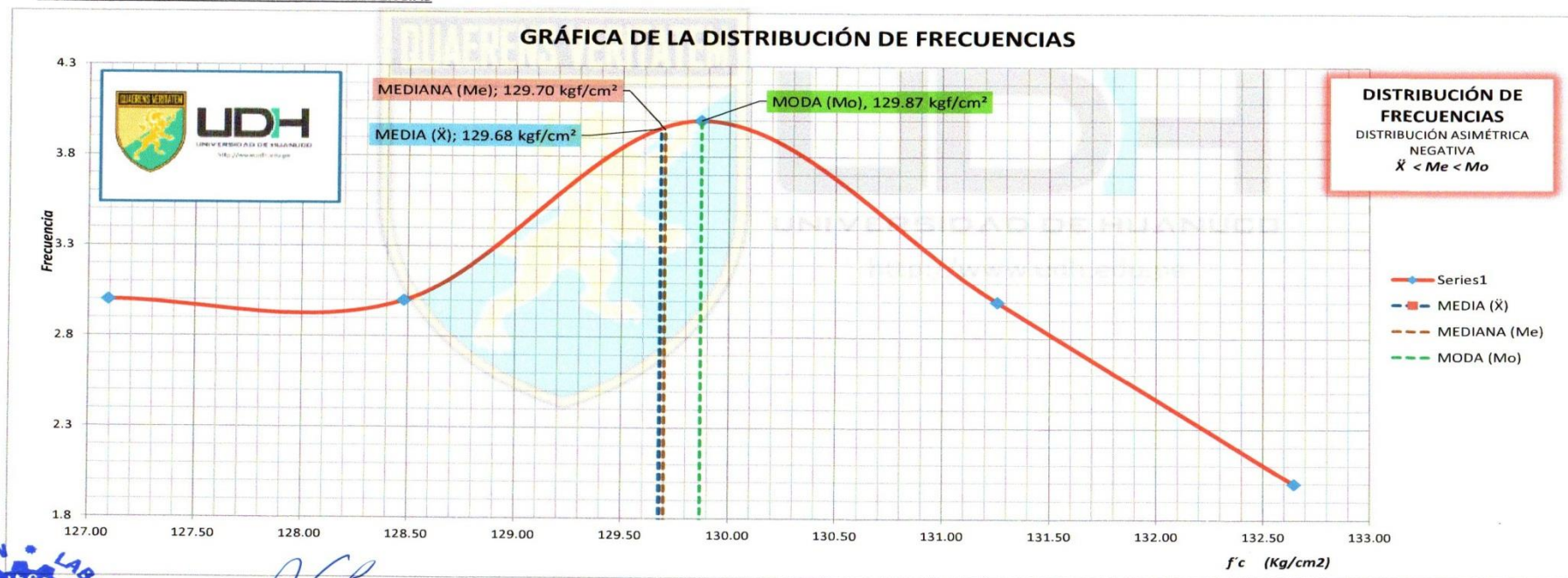


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Joané Choquevalca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6374

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 08	1 126.40	0.030991
M - 11	2 126.56	0.036735
M - 05	3 127.77	0.103475
M - 13	4 128.28	0.140248
M - 15	5 128.56	0.160288
M - 14	6 129.09	0.193442
M - 04	7 129.43	0.208708
M - 07	8 130.03	0.219169
M - 06	9 130.07	0.219037
M - 01	10 130.14	0.218551
M - 10	11 130.60	0.207605
M - 09	12 131.04	0.186180
M - 12	13 131.73	0.139520
M - 03	14 132.26	0.101392
M - 02	15 133.34	0.040693

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.92 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	130.92 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	129.08 kgf/cm²
	129.08 kgf/cm² ≤ μ ≤ 130.92 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 129.08 kgf/cm² a 130.92 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



José Chiquivilca Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

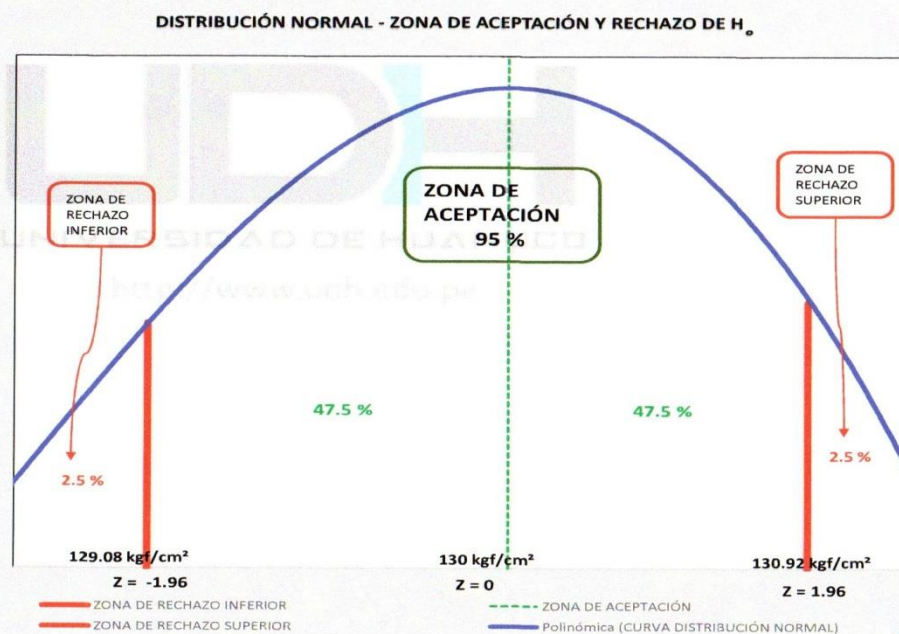
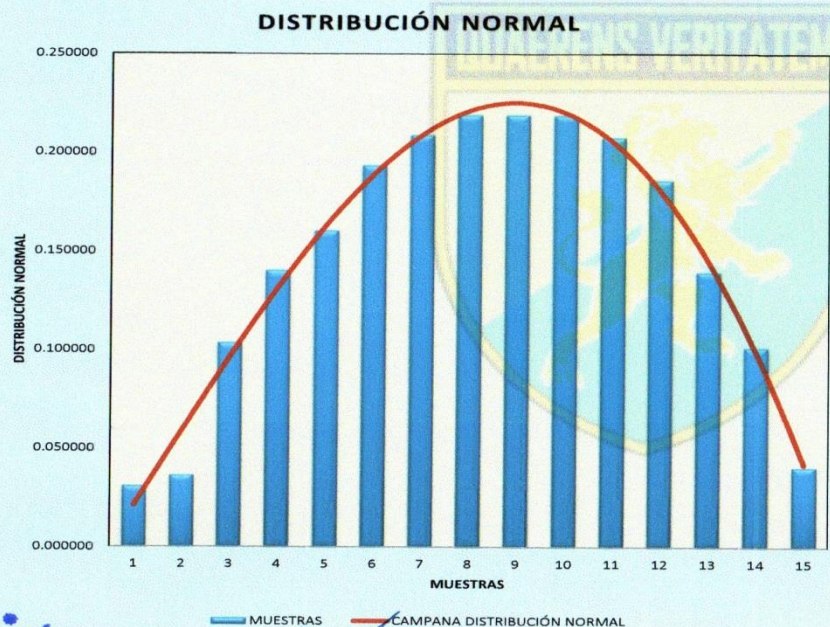


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Posgrado en Ingeniería Civil
CAP 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

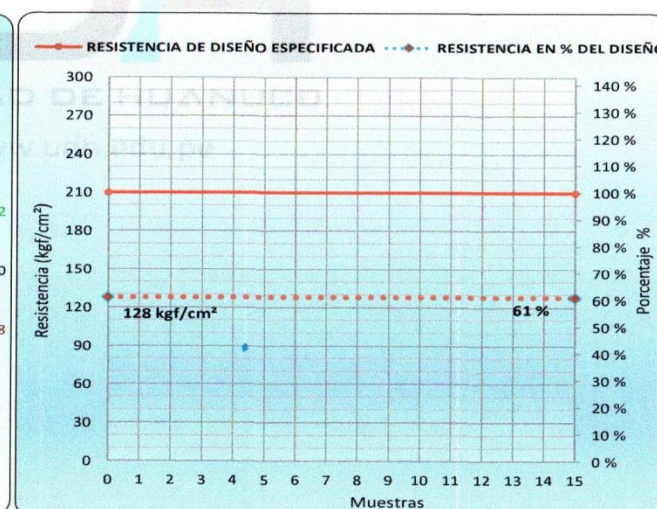
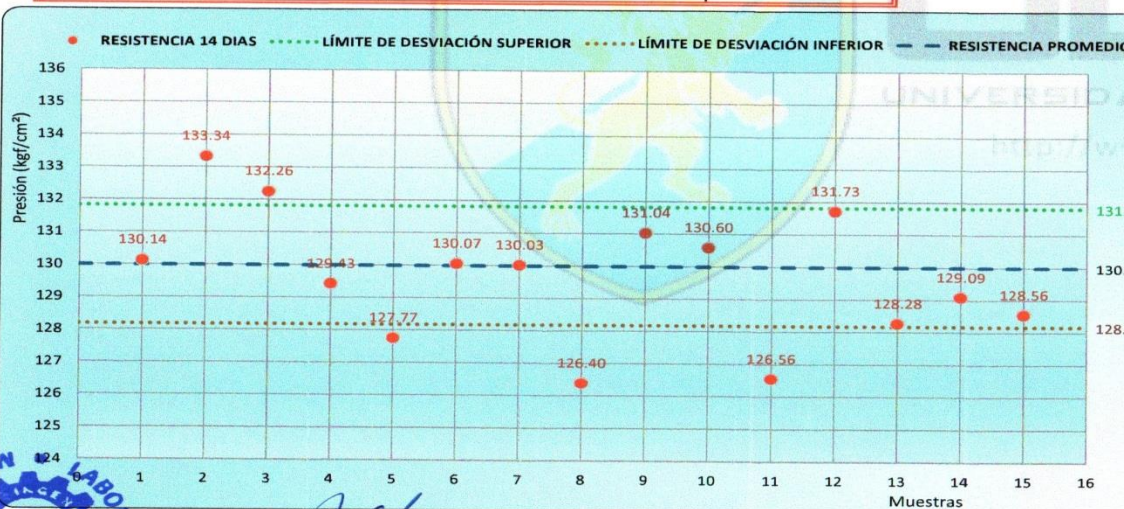
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	130 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.82 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	128 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.40 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	61 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Chavarría Chavarría
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de molde	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 12% - 3 CAPAS.	M - 01	21/07/2017	18/08/2017	15.05	14.90	14.95	14.95	14.96	175.83	30.00	2.01	1.000	12,990.0	28	24170	137.46	Falla cónica
	M - 02	21/07/2017	18/08/2017	14.90	14.92	14.89	15.00	14.93	175.01	30.00	2.01	1.000	12,924.0	28	23590	134.85	
	M - 03	21/07/2017	18/08/2017	14.75	14.75	14.75	14.90	14.79	171.74	30.00	2.03	1.002	12,843.0	28	23720	138.39	
	M - 04	21/07/2017	18/08/2017	15.00	14.55	14.89	14.85	14.82	172.56	30.00	2.02	1.002	12,916.0	28	24040	139.54	
	M - 05	21/07/2017	18/08/2017	14.70	14.95	14.85	14.90	14.85	173.20	30.00	2.02	1.001	13,034.0	28	23420	135.39	
	M - 06	21/07/2017	18/08/2017	14.85	15.00	14.95	14.92	14.93	175.07	30.00	2.01	1.000	13,186.0	28	24310	138.91	
	M - 07	21/07/2017	18/08/2017	15.20	14.85	15.00	15.10	15.04	177.60	30.00	2.00	0.999	13,361.0	28	23690	133.28	
	M - 08	21/07/2017	18/08/2017	14.70	14.85	14.80	14.92	14.82	172.44	30.00	2.02	1.002	12,975.0	28	22870	132.84	
	M - 09	21/07/2017	18/08/2017	14.87	15.00	14.95	14.90	14.93	175.07	30.00	2.01	1.000	12,905.0	28	23520	134.40	
	M - 10	21/07/2017	18/08/2017	15.00	15.10	15.00	15.10	15.05	177.89	30.00	1.99	0.999	13,460.0	28	23440	131.64	
	M - 11	21/07/2017	18/08/2017	15.00	14.91	14.90	14.95	14.94	175.30	30.00	2.01	1.000	13,030.0	28	22870	130.49	
	M - 12	21/07/2017	18/08/2017	14.82	14.90	14.95	15.00	14.92	174.78	30.00	2.01	1.001	12,825.0	28	22910	131.15	
	M - 13	21/07/2017	18/08/2017	14.89	15.00	14.89	15.02	14.95	175.54	30.00	2.01	1.000	13,118.0	28	23870	136.00	
	M - 14	21/07/2017	18/08/2017	14.80	14.70	14.90	14.85	14.81	172.32	30.00	2.03	1.002	12,897.0	28	23470	136.43	
	M - 15	21/07/2017	18/08/2017	15.05	15.00	14.91	15.01	14.99	176.54	30.00	2.00	1.000	13,249.0	28	23870	135.17	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



José Chocoma Chinga
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: capingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	753.00	725.00	3.86 %	2.46	2.37
M - 02	111.00	105.00	5.71 %	2.46	2.33
M - 03	687.00	659.00	4.25 %	2.49	2.39
M - 04	451.00	435.00	3.68 %	2.50	2.41

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	4.38 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.48 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.37 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

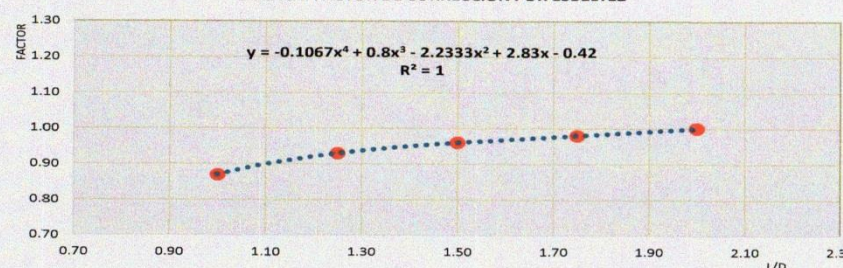
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



Peter Andy Espinoza Torres
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

PROCESOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	9.05 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.81 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	135.14 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	135.24 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	135.32 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	6.32
Desviación Estandar, (σ)	2.51 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.86 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.1195

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi - \bar{X}) ² *fi
	Li	Ls						
1	[130.49	132.30 >	131.40	3	0.2000	3	394.19	42.08
2	[132.30	134.11 >	133.21	2	0.1333	5	266.41	7.49
3	[134.11	135.92 >	135.02	4	0.2667	9	540.06	0.06
4	[135.92	137.73 >	136.83	3	0.2000	12	410.48	8.52
5	[137.73	139.54]	138.64	3	0.2000	15	415.91	36.65
$\Sigma =$				15	1		2027.04	94.79

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chiquivilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 43764

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

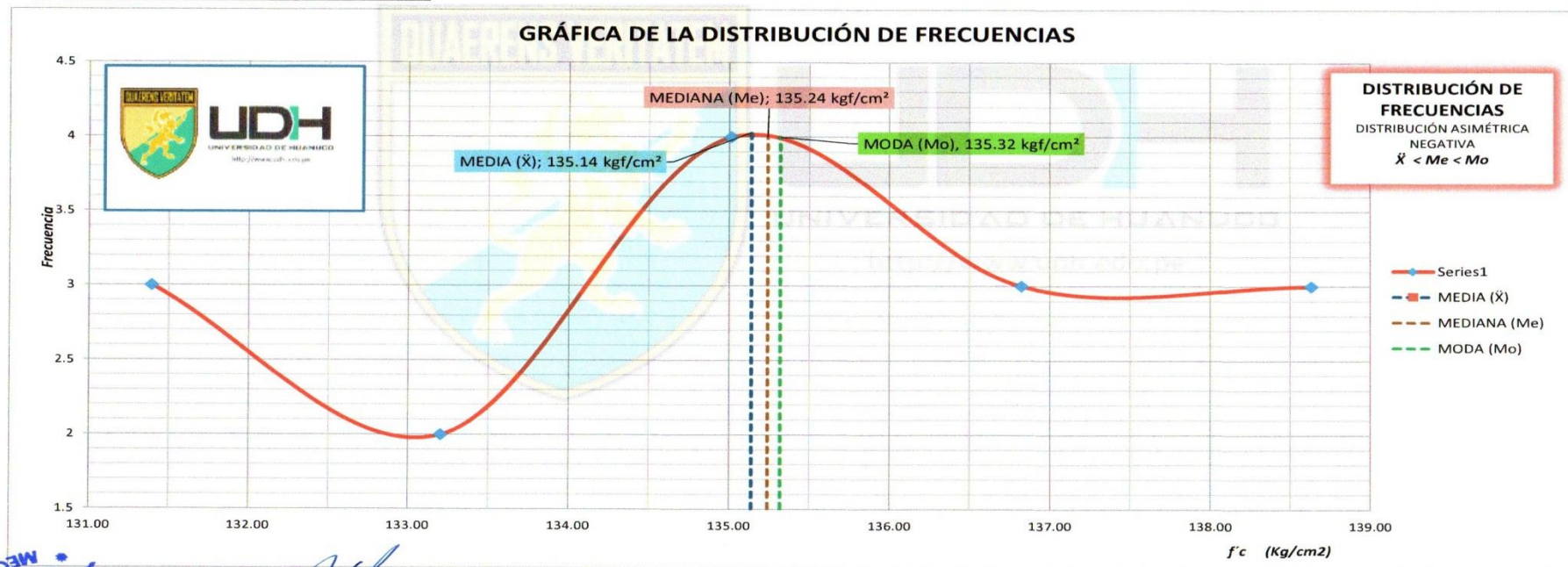


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



José Choquevalca Cárdenas

INGENIERO CIVIL

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 11	1 130.49	0.031635
M - 12	2 131.15	0.049017
M - 10	3 131.64	0.064881
M - 08	4 132.84	0.109755
M - 07	5 133.28	0.125681
M - 09	6 134.40	0.154464
M - 02	7 134.85	0.158658
M - 15	8 135.17	0.158577
M - 05	9 135.39	0.157034
M - 13	10 136.00	0.146815
M - 14	11 136.43	0.135131
M - 01	12 137.46	0.098323
M - 03	13 138.39	0.063846
M - 06	14 138.91	0.047239
M - 04	15 139.54	0.030961

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.27 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	136.27 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	133.73 kgf/cm²
	133.73 kgf/cm² ≤ μ ≤ 136.27 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 133.73 kgf/cm² a 136.27 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

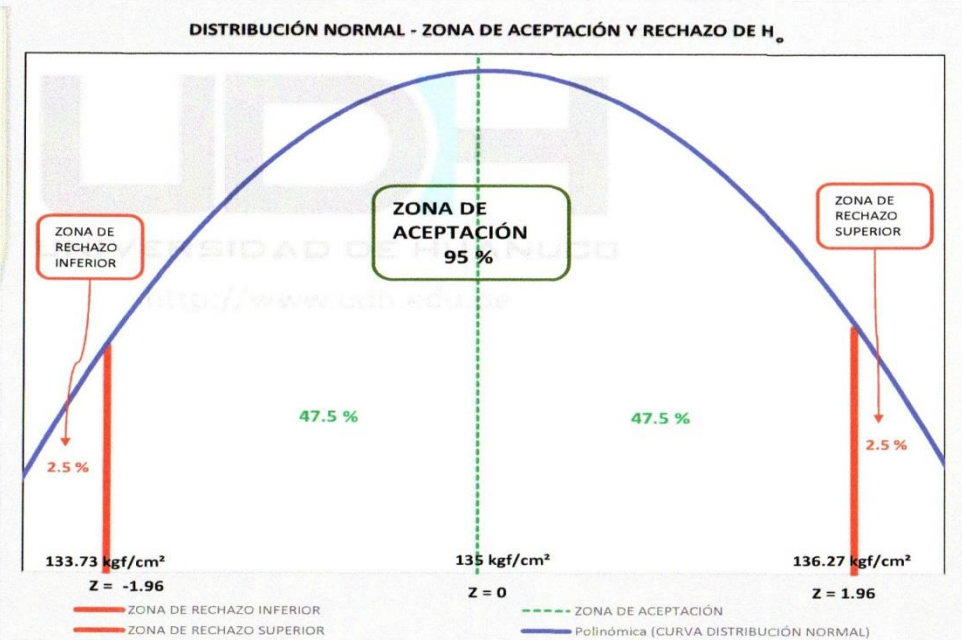
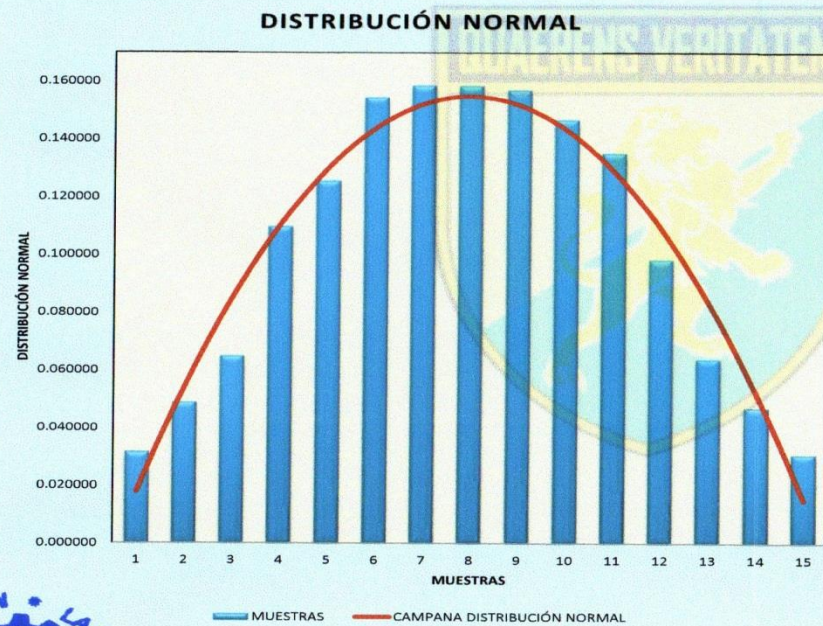


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Chacabarro Chiriquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

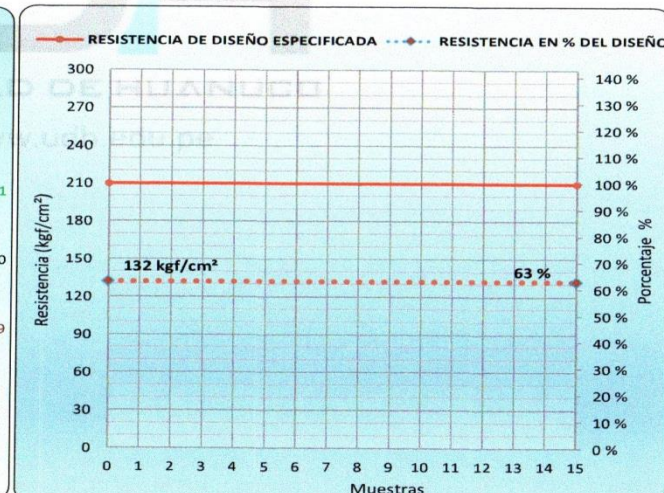
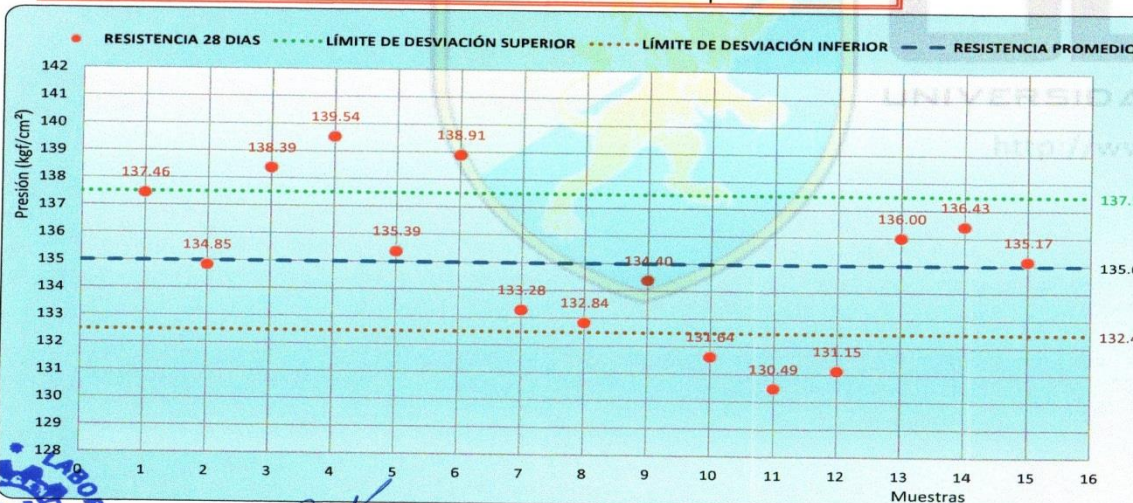
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	135 kgf/cm ²
Desviación estándar, σ	2.51 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	132 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.86 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	63 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Chequerillo Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



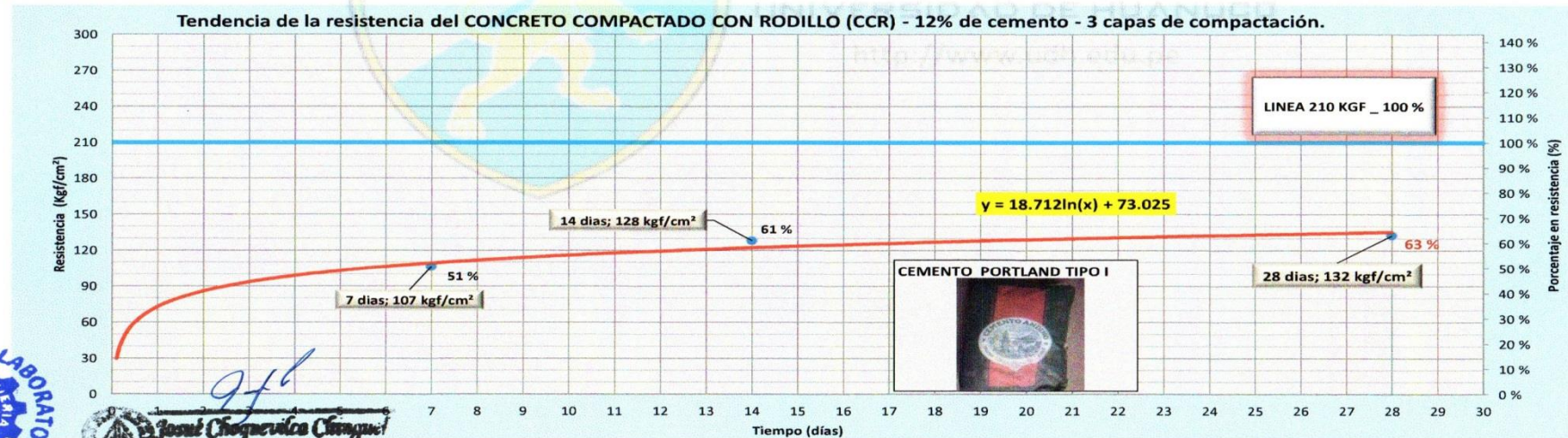
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

CURVA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

1.- Cuadro de resumen y gráfica de evolución del concreto:

_ % CEMENTO: 12% _ COMPACTACIÓN: 3 CAPAS _ TIEMPO COMPACTACIÓN: 20 seg.	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DIAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm²	107 kgf/cm²	128 kgf/cm²	132 kgf/cm²	f'c =18.712*ln(dias) + 73.025
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c=210 kgf/cm²)	0 %	51 %	61 %	63 %	



José Chocovila Chocovila
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



ANEXO V.III

ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE
7, 14 Y 28 DIAS, 3 CAPAS, 14%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 14% - 3 CAPAS.	M - 01	22/07/2017	29/07/2017	14.95	15.05	15.01	15.01	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	12,850.0	7	26540	150.02	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	22/07/2017	29/07/2017	14.95	15.10	15.00	15.04	15.02	177.25	30.00	2.00	0.999	12,898.0	7	27080	152.68	
	M - 03	22/07/2017	29/07/2017	15.12	15.10	15.15	15.10	15.12	179.49	30.00	1.98	0.998	13,548.0	7	27526	153.10	
	M - 04	22/07/2017	29/07/2017	15.02	14.95	14.95	14.98	14.98	176.13	30.00	2.00	1.000	13,029.0	7	28290	160.60	
	M - 05	22/07/2017	29/07/2017	15.20	15.20	15.05	15.06	15.13	179.73	30.00	1.98	0.998	13,359.0	7	27790	154.34	
	M - 06	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.05	15.10	15.02	15.04	177.72	30.00	1.99	0.999	12,960.0	7	27610	155.22	
	M - 07	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.00	15.05	15.05	15.03	177.30	30.00	2.00	0.999	13,064.0	7	28010	157.87	
	M - 08	22/07/2017	29/07/2017	15.01	15.00	14.87	14.90	14.95	175.42	30.00	2.01	1.000	12,959.0	7	27690	157.88	
	M - 09	22/07/2017	29/07/2017	14.85	15.03	15.00	15.03	14.98	176.18	30.00	2.00	1.000	12,924.0	7	26790	152.03	
	M - 10	22/07/2017	29/07/2017	15.30	14.90	14.95	15.10	15.06	178.19	30.00	1.99	0.999	12,941.0	7	27370	153.43	
	M - 11	22/07/2017	29/07/2017	15.06	15.05	15.00	15.00	15.03	177.36	30.00	2.00	0.999	13,007.0	7	26960	151.90	
	M - 12	22/07/2017	29/07/2017	15.10	15.05	15.05	15.00	15.05	177.89	30.00	1.99	0.999	13,298.0	7	27500	154.44	
	M - 13	22/07/2017	29/07/2017	15.02	15.05	15.05	15.05	15.04	177.72	30.00	1.99	0.999	13,039.0	7	28100	157.98	
	M - 14	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.01	15.05	15.05	15.03	177.36	30.00	2.00	0.999	12,978.0	7	27670	155.90	
	M - 15	22/07/2017	29/07/2017	15.01	14.90	15.00	14.90	14.95	175.60	30.00	2.01	1.000	12,858.0	7	27160	154.69	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.

J. J. C.
Jose Chiquivilco Chiquivilco
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63748



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	167.00	147.00	13.61 %	2.42	2.13
M - 02	786.00	738.00	6.50 %	2.43	2.28
M - 03	528.00	499.00	5.81 %	2.52	2.38
M - 04	602.00	566.00	6.36 %	2.47	2.32

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	8.07 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.46 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.28 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

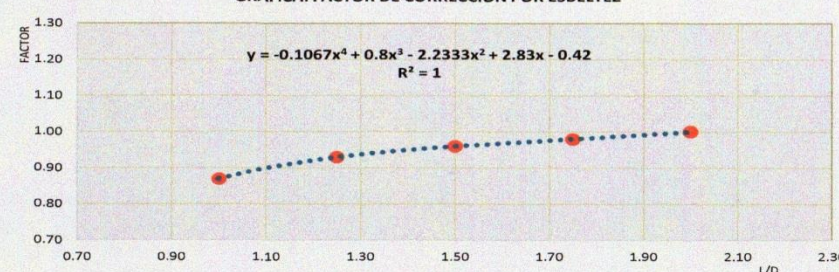
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Choquevilca Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	10.58 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	2.12 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	154.75 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	154.89 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	155.31 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	6.25
Desviación Estandar, (σ)	2.50 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.62 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.1680

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[150.02	152.14 >	151.08	3	0.2000	3	453.23	40.45
2	[152.14	154.25 >	153.19	3	0.2000	6	459.58	7.26
3	[154.25	156.37 >	155.31	5	0.3333	11	776.55	1.57
4	[156.37	158.48 >	157.43	3	0.2000	14	472.28	21.48
5	[158.48	160.60]	159.54	1	0.0667	15	159.54	22.96
$\Sigma =$				15	1		2321.19	93.73

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chiquelín Chiquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63743

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

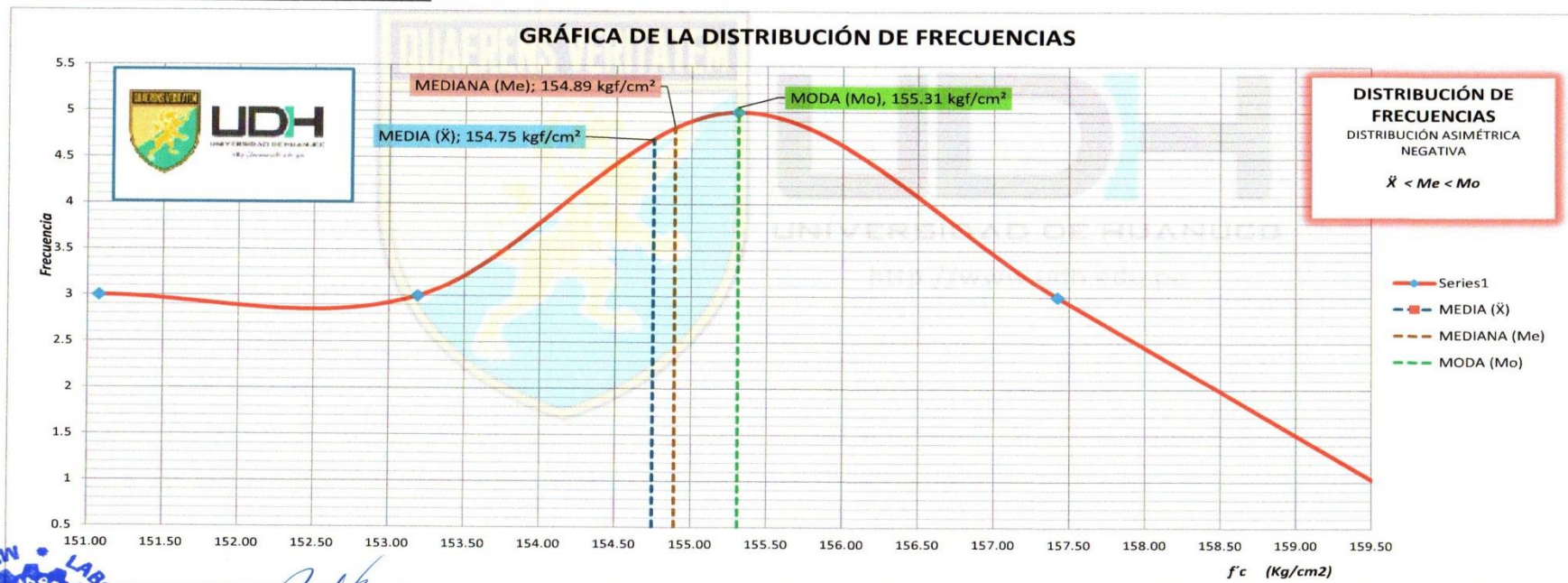


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Jonat Chocovilla Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 01	1 150.02	0.021944
M - 11	2 151.90	0.073975
M - 09	3 152.03	0.078795
M - 02	4 152.68	0.103745
M - 03	5 153.10	0.119549
M - 10	6 153.43	0.131018
M - 05	7 154.34	0.154112
M - 12	8 154.44	0.155623
M - 15	9 154.69	0.158355
M - 06	10 155.22	0.158960
M - 14	11 155.90	0.149564
M - 07	12 157.87	0.082564
M - 08	13 157.88	0.082185
M - 13	14 157.98	0.078421
M - 04	15 160.60	0.012984

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.27 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	156.27 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	153.73 kgf/cm²
	153.73 kgf/cm² ≤ μ ≤ 156.27 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 153.73 kgf/cm² a 156.27 kgf/cm².		

FÓRMULAS

$$\alpha = 1 - 95 \%$$

$$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$


José Choquevilca Chinguel
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 65749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

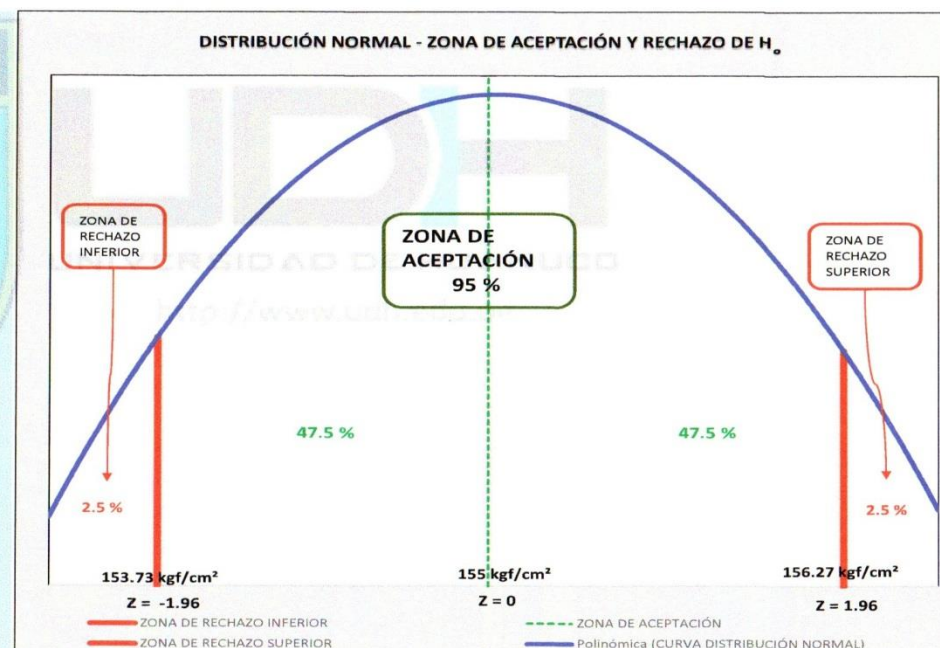
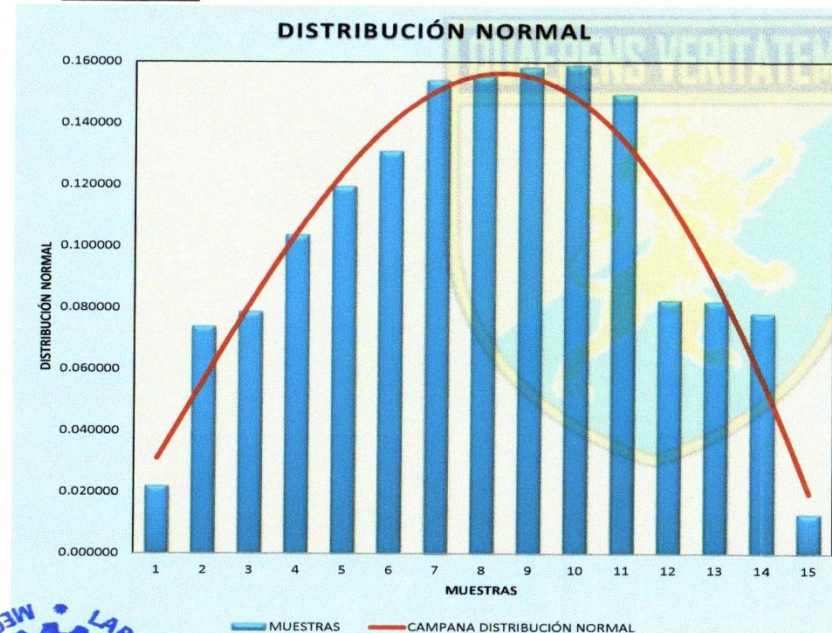


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

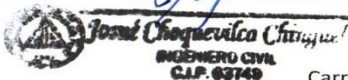
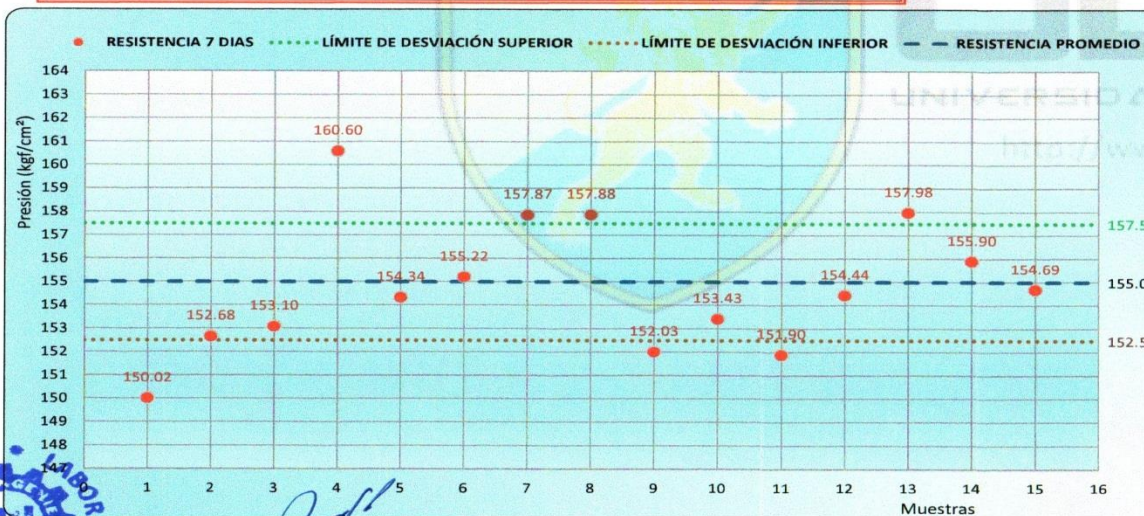
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	155 kgf/cm ²
Desviación estándar, σ	2.50 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	153 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.61 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'c=210$ kgf/cm ²)	73 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimen.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'_c (kgf/cm ²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm ²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 14% - 3 CAPAS.	M - 01	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.00	15.10	15.00	15.05	177.89	30.00	1.99	0.999	13,037.0	14	34700	194.87	Falla corte
	M - 02	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.10	15.20	15.20	15.15	180.27	30.20	1.99	0.999	13,554.0	14	35380	196.08	
	M - 03	22/07/2017	05/08/2017	14.90	14.90	15.10	15.10	15.00	176.71	30.20	2.01	1.001	13,069.0	14	34990	198.14	
	M - 04	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.10	15.25	15.25	15.18	180.86	30.20	1.99	0.999	13,179.0	14	35480	195.93	
	M - 05	22/07/2017	05/08/2017	14.95	15.00	15.10	15.10	15.04	177.60	30.40	2.02	1.001	13,282.0	14	34620	195.20	
	M - 06	22/07/2017	05/08/2017	15.30	15.30	15.25	15.25	15.28	183.25	30.20	1.98	0.998	13,443.0	14	35830	195.07	
	M - 07	22/07/2017	05/08/2017	15.35	15.00	15.25	15.10	15.18	180.86	30.40	2.00	1.000	13,187.0	14	35750	197.64	
	M - 08	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.00	15.10	15.20	15.10	179.08	30.00	1.99	0.999	12,976.0	14	35320	196.94	
	M - 09	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.00	15.00	15.15	15.06	178.19	30.00	1.99	0.999	13,205.0	14	35150	197.05	
	M - 10	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.10	15.00	15.00	15.05	177.89	30.00	1.99	0.999	12,860.0	14	35610	199.99	
	M - 11	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.20	15.20	15.10	15.15	180.27	30.20	1.99	0.999	13,104.0	14	35790	198.35	
	M - 12	22/07/2017	05/08/2017	15.00	15.00	15.10	15.25	15.09	178.78	30.20	2.00	1.000	13,113.0	14	34990	195.66	
	M - 13	22/07/2017	05/08/2017	15.10	15.10	15.10	15.15	15.11	179.38	30.20	2.00	0.999	12,984.0	14	35500	197.80	
	M - 14	22/07/2017	05/08/2017	15.20	15.00	15.20	15.20	15.15	180.27	30.40	2.01	1.000	13,085.0	14	35320	195.96	
	M - 15	22/07/2017	05/08/2017	14.90	14.90	15.15	15.15	15.03	177.30	30.20	2.01	1.000	12,888.0	14	34960	197.26	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UPH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



Josue Chinguelica Chinguelica
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	451.00	322.00	40.06 %	2.44	1.74
M - 02	328.00	317.00	3.47 %	2.49	2.41
M - 03	540.00	531.00	1.69 %	2.45	2.41
M - 04	292.00	124.00	135.48 %	2.41	1.02

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	45.18 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.45 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	1.90 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

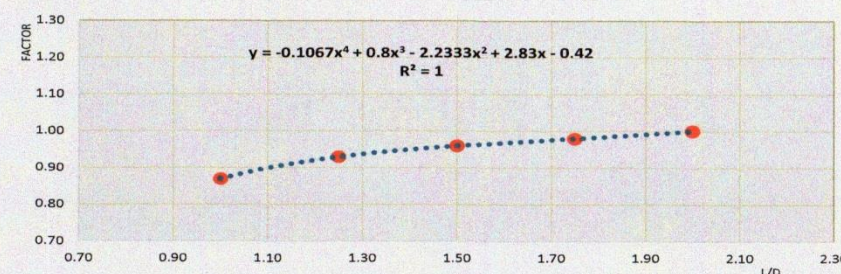
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Choquevilca Chiriquel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.12 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.02 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \log(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	196.95 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	197.02 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	197.33 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	1.52
Desviación Estandar, (σ)	1.23 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	0.62 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.1707

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[194.87	195.89 >	195.38	4	0.2667	4	781.53	9.83
2	[195.89	196.92 >	196.41	3	0.2000	7	589.22	0.89
3	[196.92	197.94 >	197.43	5	0.3333	12	987.15	1.15
4	[197.94	198.97 >	198.45	2	0.1333	14	396.91	4.52
5	[198.97	199.99]	199.48	1	0.0667	15	199.48	6.39
$\Sigma =$				15	1		2954.28	22.79

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



Jose Chiquelín Chiquelín
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

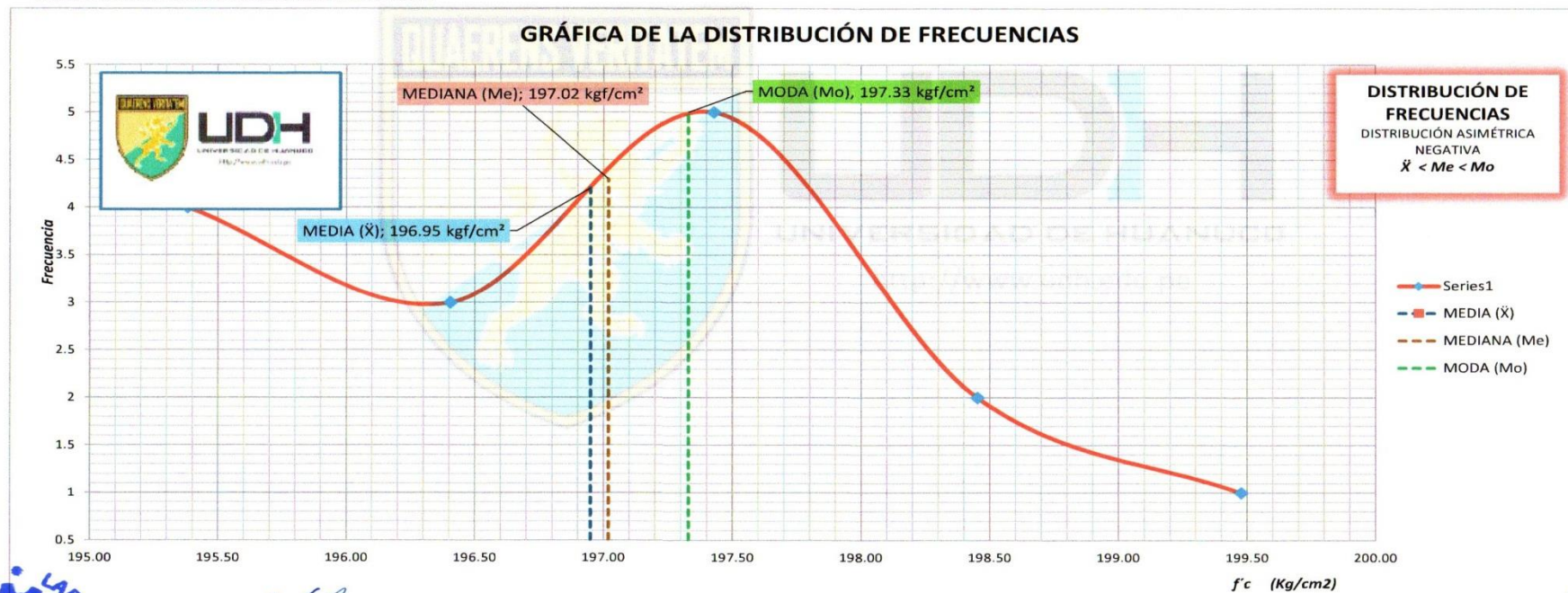


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



José Chacacoma Chingua
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 01	1 194.87	0.072414
M - 06	2 195.07	0.094704
M - 05	3 195.20	0.111165
M - 12	4 195.66	0.179177
M - 04	5 195.93	0.222166
M - 14	6 195.96	0.226862
M - 02	7 196.08	0.245200
M - 08	8 196.94	0.323958
M - 09	9 197.05	0.324075
M - 15	10 197.26	0.317177
M - 07	11 197.64	0.283279
M - 13	12 197.80	0.262510
M - 03	13 198.14	0.211092
M - 11	14 198.35	0.177591
M - 10	15 199.99	0.016898

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.62 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	197.62 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	196.38 kgf/cm²
	196.38 kgf/cm² ≤ μ ≤ 197.62 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 196.38 kgf/cm² a 197.62 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Joel Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63742





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

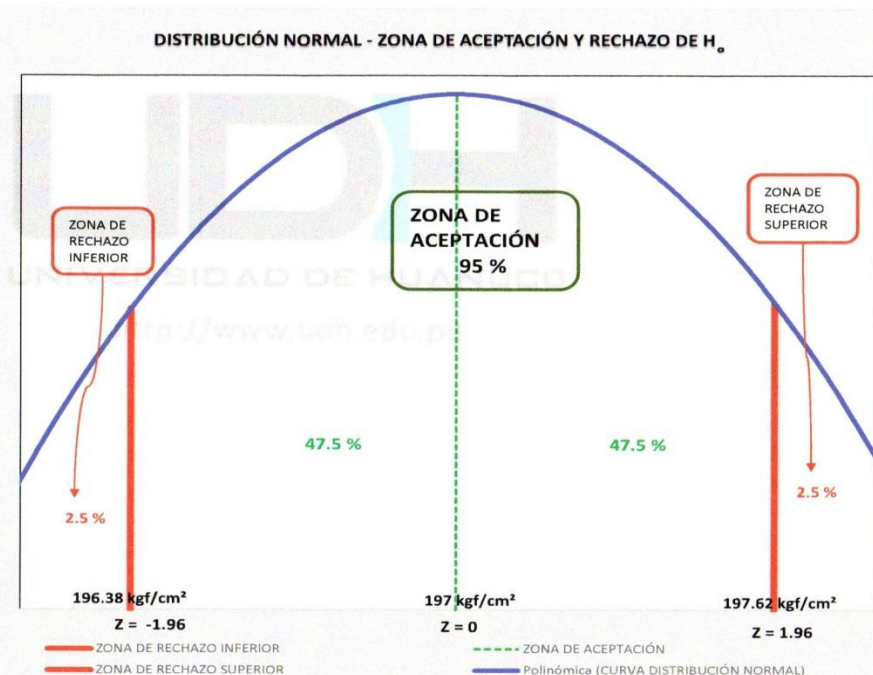
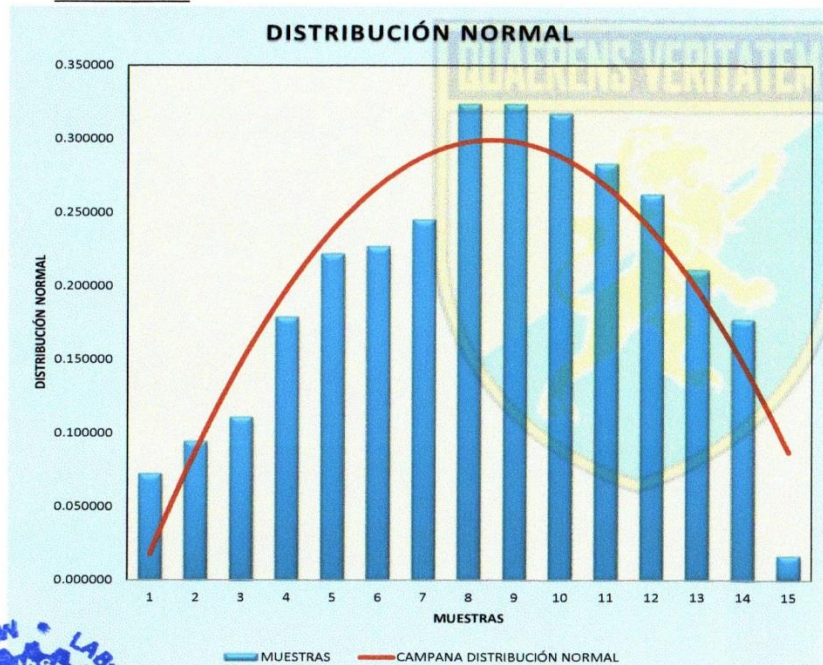
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Chacabaza Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 03749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: capingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

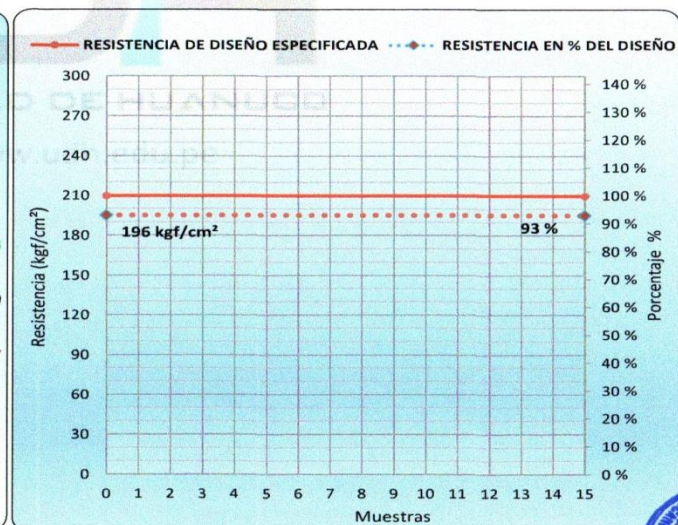
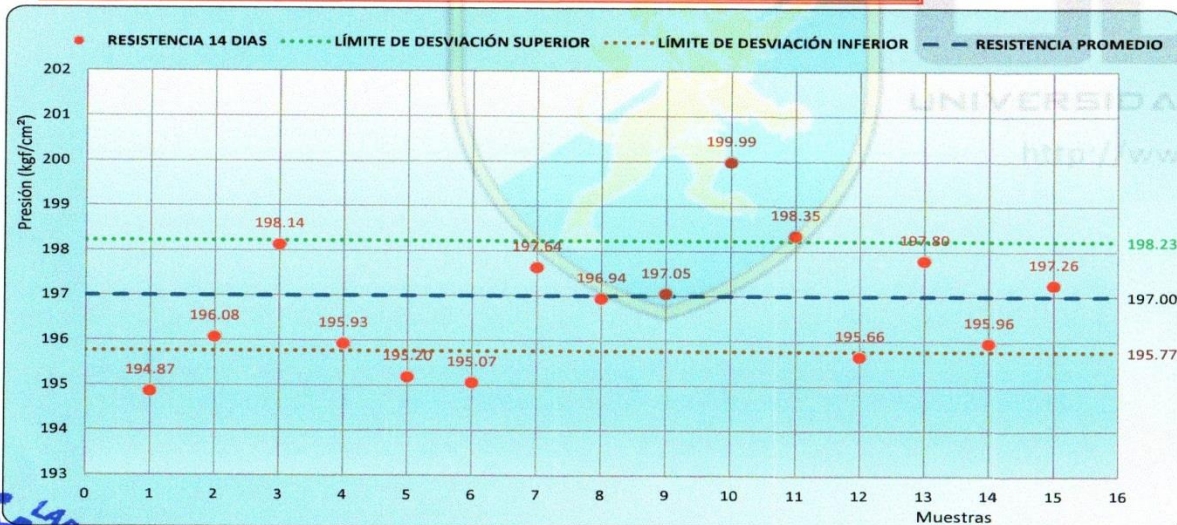
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	197 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.23 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	196 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	0.62 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	93 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Choquevilca Choquevilca
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f _c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prome.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 14% - 3 CAPAS.	M - 01	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,723.0	28	36760	207.90	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.02	15.01	15.01	176.95	30.10	2.01	1.000	11,658.0	28	36330	205.32	
	M - 03	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.02	15.03	15.01	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,821.0	28	36170	204.27	
	M - 04	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	30.20	2.01	1.001	11,763.0	28	36260	205.04	
	M - 05	22/07/2017	19/08/2017	15.02	15.00	15.00	15.00	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,776.0	28	35800	202.47	
	M - 06	22/07/2017	19/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,708.0	28	36100	203.98	
	M - 07	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.00	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,752.0	28	36290	205.24	
	M - 08	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,645.0	28	36340	205.41	
	M - 09	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.10	2.01	1.000	11,607.0	28	36760	208.05	
	M - 10	22/07/2017	19/08/2017	15.01	15.04	15.00	15.01	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,659.0	28	36780	207.71	
	M - 11	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	29.90	1.99	0.999	11,693.0	28	35540	200.71	
	M - 12	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.02	15.01	176.89	29.80	1.99	0.998	11,659.0	28	35610	200.99	
	M - 13	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,518.0	28	35830	202.46	
	M - 14	22/07/2017	19/08/2017	15.01	15.00	15.00	15.00	15.00	176.77	30.10	2.01	1.000	11,629.0	28	35725	202.12	
	M - 15	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.02	15.01	176.83	29.90	1.99	0.999	11,632.0	28	35387	199.92	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



José Chequevilca Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 02	177.00	166.00	6.63 %	2.19	2.05
M - 06	303.00	280.00	8.21 %	2.21	2.04
M - 08	367.00	336.00	9.23 %	2.20	2.01
M - 13	152.00	138.00	10.14 %	2.17	1.97

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	8.55 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.19 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.02 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

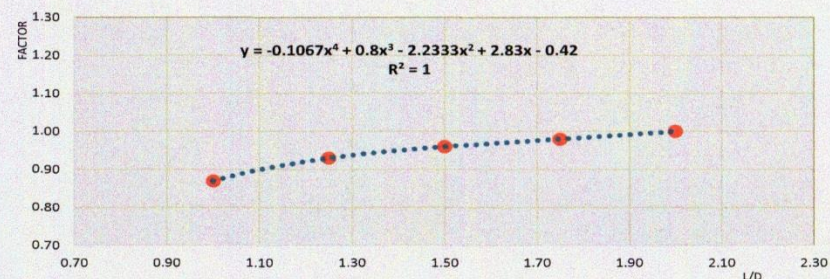
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Choquevilca Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63744

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	8.13 kgf/cm ²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	1.63 kgf/cm ²	
Fórmulas:		
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	204.09 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	204.39 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	205.88 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	5.45
Desviación Estandar, (σ)	2.33 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.14 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.3863

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[199.92	201.55 >	200.73	3	0.2000	3	602.20	33.81
2	[201.55	203.17 >	202.36	3	0.2000	6	607.08	8.99
3	[203.17	204.80 >	203.99	2	0.1333	8	407.97	0.02
4	[204.80	206.42 >	205.61	4	0.2667	12	822.44	9.25
5	[206.42	208.05]	207.24	3	0.2000	15	621.71	29.71
Σ =				15	1		3061.40	81.78

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chocaveña Chingua
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





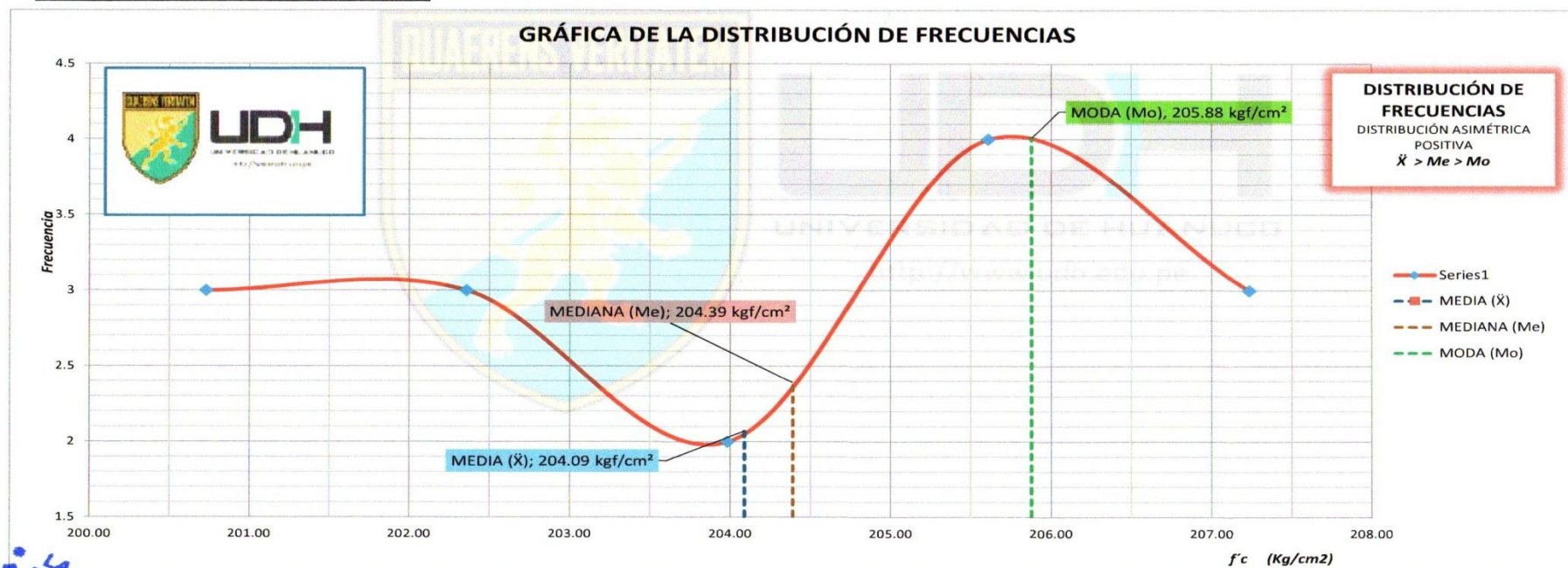
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



José Choquevilca Chinguy
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63748

Pretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 15	1 199.92	0.036959
M - 11	2 200.71	0.063184
M - 12	3 200.99	0.074330
M - 14	4 202.12	0.123647
M - 13	5 202.46	0.137624
M - 05	6 202.47	0.138014
M - 06	7 203.98	0.171214
M - 03	8 204.27	0.170074
M - 04	9 205.04	0.154986
M - 07	10 205.24	0.148612
M - 02	11 205.32	0.145835
M - 08	12 205.41	0.142572
M - 10	13 207.71	0.048196
M - 01	14 207.90	0.042187
M - 09	15 208.05	0.037799

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.18 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	205.18 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	202.82 kgf/cm²
	202.82 kgf/cm² ≤ μ ≤ 205.18 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 202.82 kgf/cm² a 205.18 kgf/cm².		

FÓRMULAS

$$\alpha = 1 - 95 \%$$

$$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



José Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.R.P. 63741

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

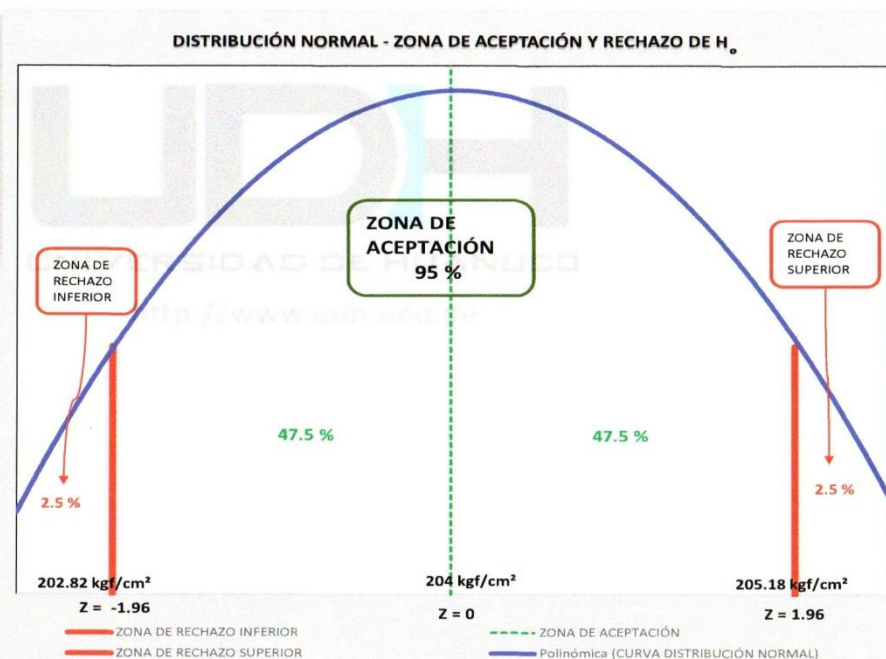
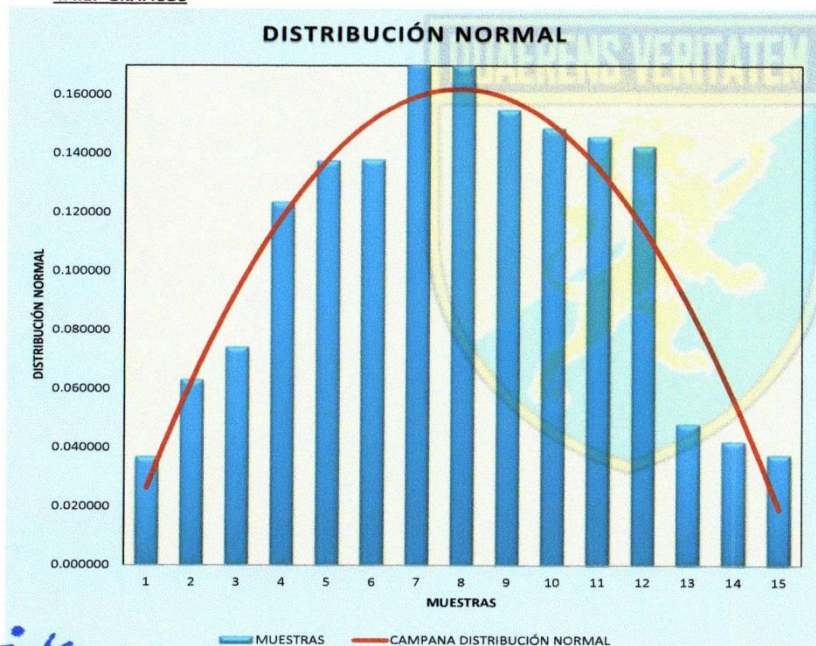


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Chavevilla Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

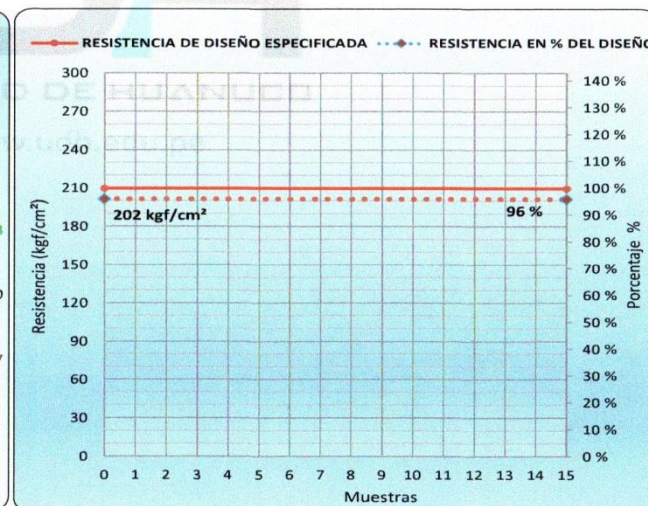
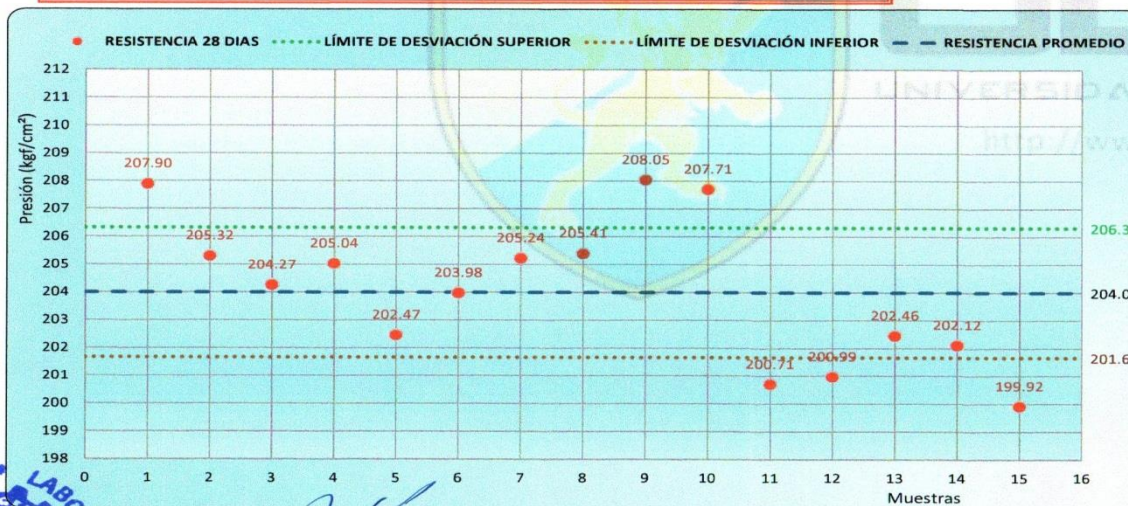
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	204 kgf/cm ²
Desviación estándar, σ	2.33 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	202 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.14 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	96 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Choquevilca Choquevilca
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63746

Oficina Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

CURVA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

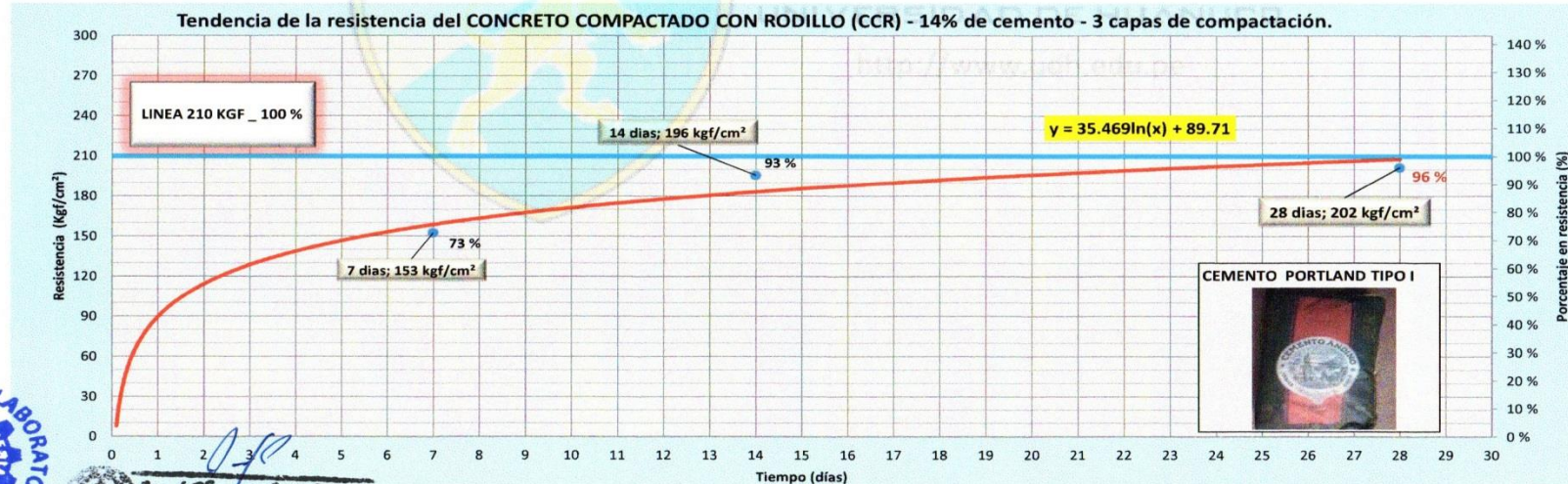
1.- Cuadro de resumen y gráfica de evolución del concreto:

_ % CEMENTO: 14%

_ COMPACTACIÓN: 3 CAPAS

_ TIEMPO COMPACTACIÓN: 20 seg.

_ % CEMENTO: 14% _ COMPACTACIÓN: 3 CAPAS _ TIEMPO COMPACTACIÓN: 20 seg.	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm²	153 kgf/cm²	196 kgf/cm²	202 kgf/cm²	f'c =35.469*ln(días) + 89.71
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c=210 kgf/cm²)	0 %	73 %	93 %	96 %	



José Chequerilca Chayen
Ingeniero Civil
C.I.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



ANEXO V.II

ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE
7, 14 Y 28 DIAS, 4 CAPAS, 10%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de molde	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 10% - 4 CAPAS.	M - 01	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.01	15.00	15.02	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,629.0	7	17673	99.86	Falla corte
	M - 02	20/07/2017	27/07/2017	15.01	15.00	15.00	15.02	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,443.0	7	17684	99.98	
	M - 03	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.01	15.10	15.01	15.03	177.42	30.10	2.00	1.000	11,721.0	7	17234	97.12	
	M - 04	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	11,553.0	7	17245	97.55	
	M - 05	20/07/2017	27/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	29.90	1.99	0.999	11,643.0	7	16875	95.30	
	M - 06	20/07/2017	27/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,321.0	7	16753	94.63	
	M - 07	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.00	15.00	15.01	15.00	176.77	29.90	1.99	0.999	11,667.0	7	17367	98.15	
	M - 08	20/07/2017	27/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.87	29.90	1.99	0.999	11,429.0	7	17286	97.63	
	M - 09	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.00	15.01	15.01	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,781.0	7	16732	94.58	
	M - 10	20/07/2017	27/07/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,493.0	7	16657	94.09	
	M - 11	20/07/2017	27/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.02	15.01	177.01	30.10	2.00	1.000	11,571.0	7	17093	96.57	
	M - 12	20/07/2017	27/07/2017	15.02	15.01	15.00	15.04	15.02	177.13	30.00	2.00	0.999	11,482.0	7	17432	98.36	
	M - 13	20/07/2017	27/07/2017	15.03	15.01	15.02	15.02	15.02	177.19	30.10	2.00	1.000	11,471.0	7	17345	97.88	
	M - 14	20/07/2017	27/07/2017	15.01	15.01	15.02	15.01	15.01	177.01	30.10	2.00	1.000	11,571.0	7	17494	98.83	
	M - 15	20/07/2017	27/07/2017	15.01	15.02	15.02	15.02	15.02	177.13	30.00	2.00	0.999	11,553.0	7	16895	95.33	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.


José Chocoma Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63145



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 02	174.80	160.20	9.11 %	2.15	1.97
M - 11	415.30	374.80	10.81 %	2.17	1.96
M - 07	337.00	311.50	8.19 %	2.21	2.04
M - 15	212.50	194.30	9.37 %	2.17	1.99

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	9.37 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.18 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	1.99 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

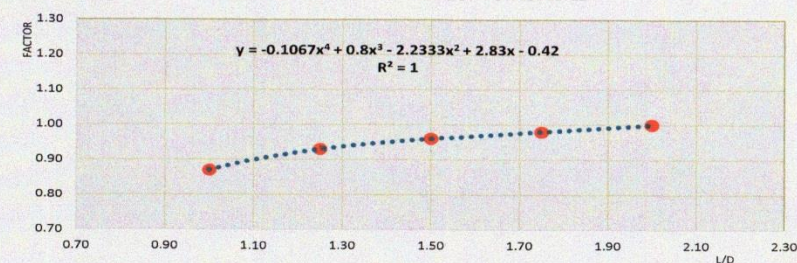
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Chiriquito Chiriquito
INGENIERO CIVIL
CL.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: capingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.89 kgf/cm²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	1.18 kgf/cm²	
Fórmulas:		
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	97.19 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	97.43 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	98.21 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	2.75
Desviación Estandar, (σ)	1.66 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.71 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.4337

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[94.09	95.27 >	94.68	3	0.2000	3	284.04	18.92
2	[95.27	96.45 >	95.86	2	0.1333	5	191.71	3.55
3	[96.45	97.62 >	97.04	3	0.2000	8	291.11	0.07
4	[97.62	98.80 >	98.21	4	0.2667	12	392.85	4.19
5	[98.80	99.98]	99.39	3	0.2000	15	298.17	14.53
$\Sigma =$				15	1		1457.88	41.26

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
 K = Nº Intervalos
 Li = Límite Inferior
 Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
 F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Choquevilca Choquevilca
 INGENIERO CIVIL
 C.A.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: capingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

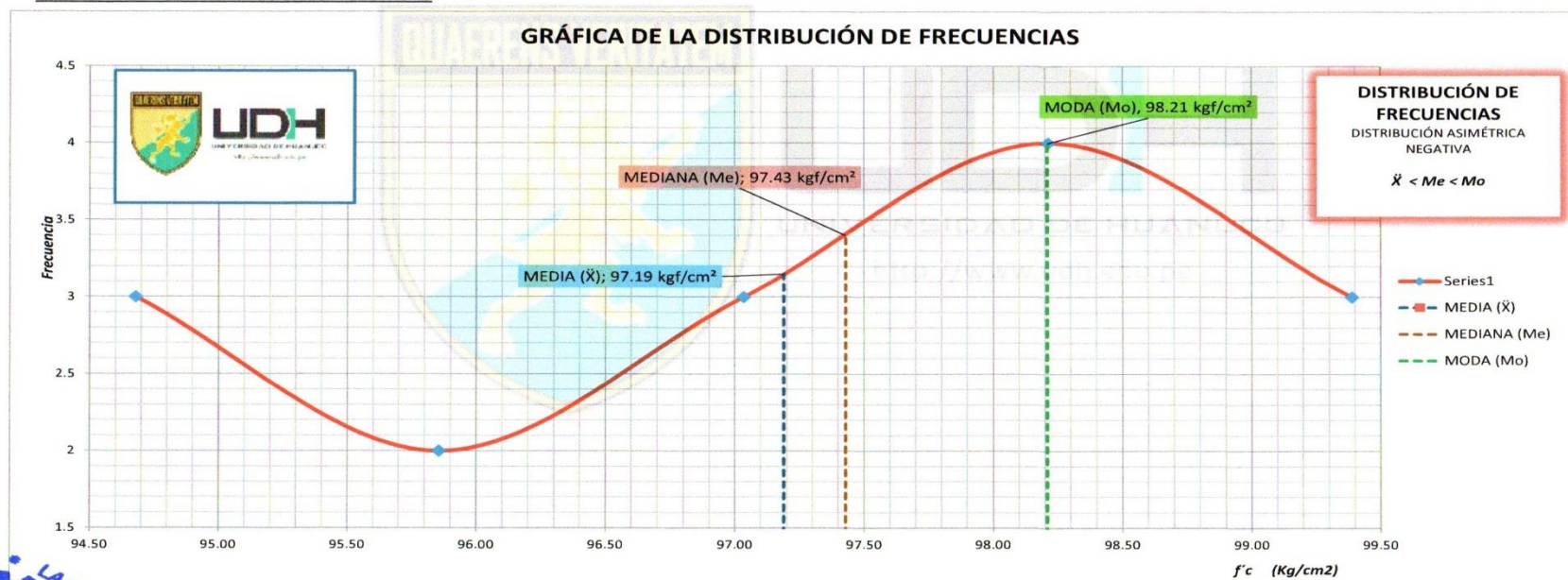


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



9f
José Chavira Cárquez
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 10	1	94.09	0.051701
M - 09	2	94.58	0.083043
M - 06	3	94.63	0.086732
M - 05	4	95.30	0.142254
M - 15	5	95.33	0.144887
M - 11	6	96.57	0.232398
M - 03	7	97.12	0.239700
M - 04	8	97.55	0.227491
M - 08	9	97.63	0.223628
M - 13	10	97.88	0.208823
M - 07	11	98.15	0.189054
M - 12	12	98.36	0.171810
M - 14	13	98.83	0.130888
M - 01	14	99.86	0.054479
M - 02	15	99.98	0.047974

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.84 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	97.84 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	96.16 kgf/cm²
	96.16 kgf/cm² ≤ μ ≤ 97.84 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 96.16 kgf/cm² a 97.84 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{x} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



José Chocuevalco Chingur
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63744



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

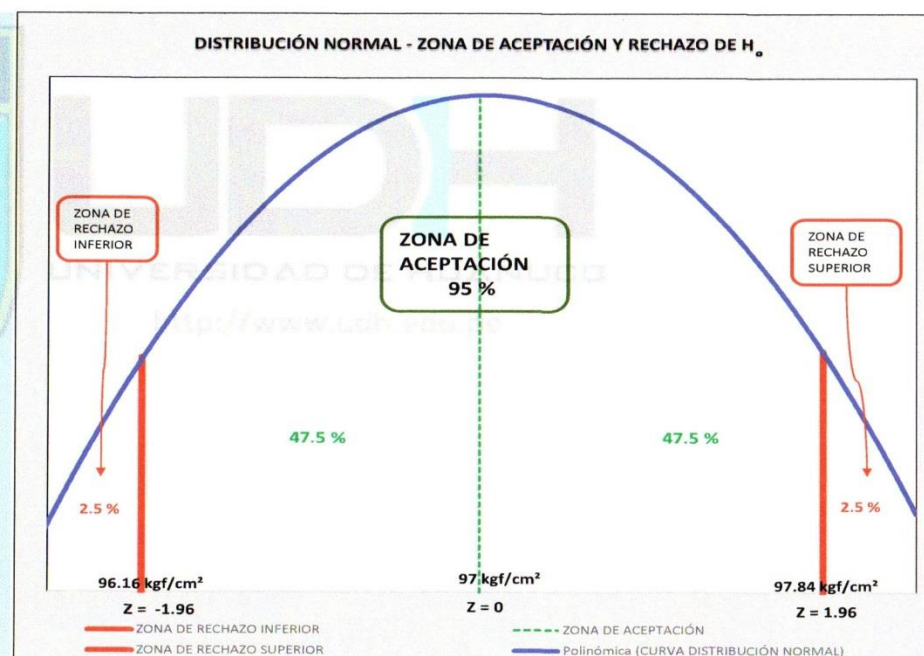
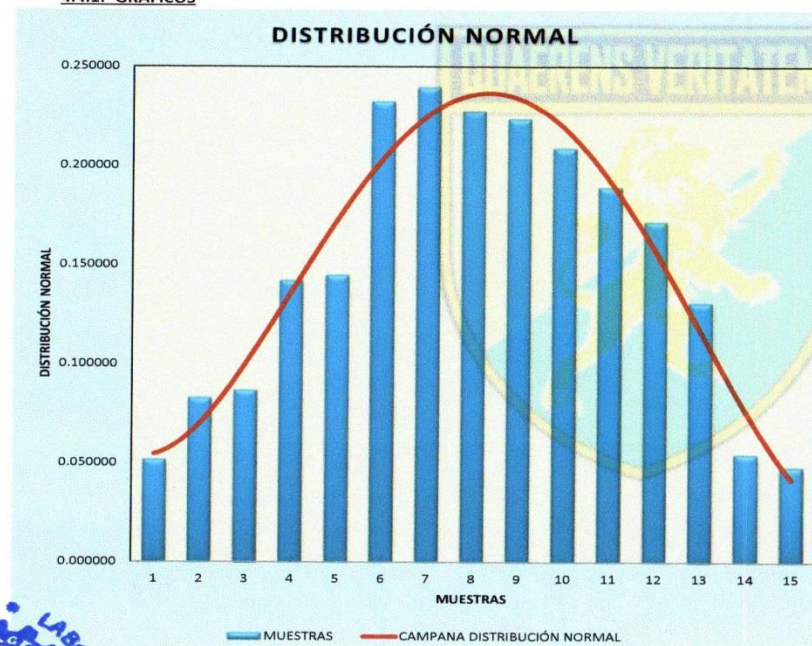
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Josef Chiquelín Chiquelín
Ingeniero Civil
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

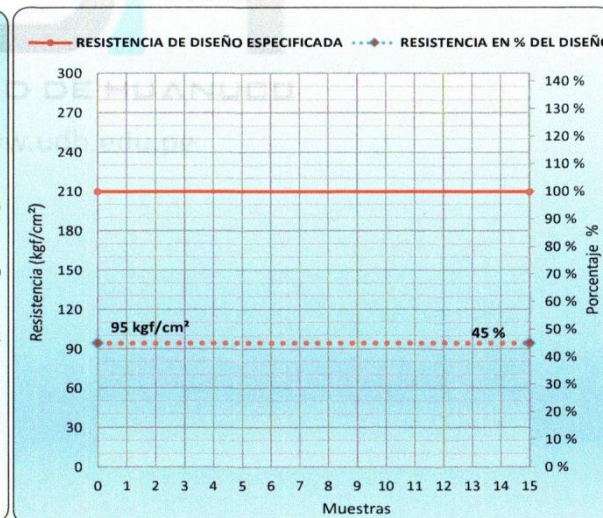
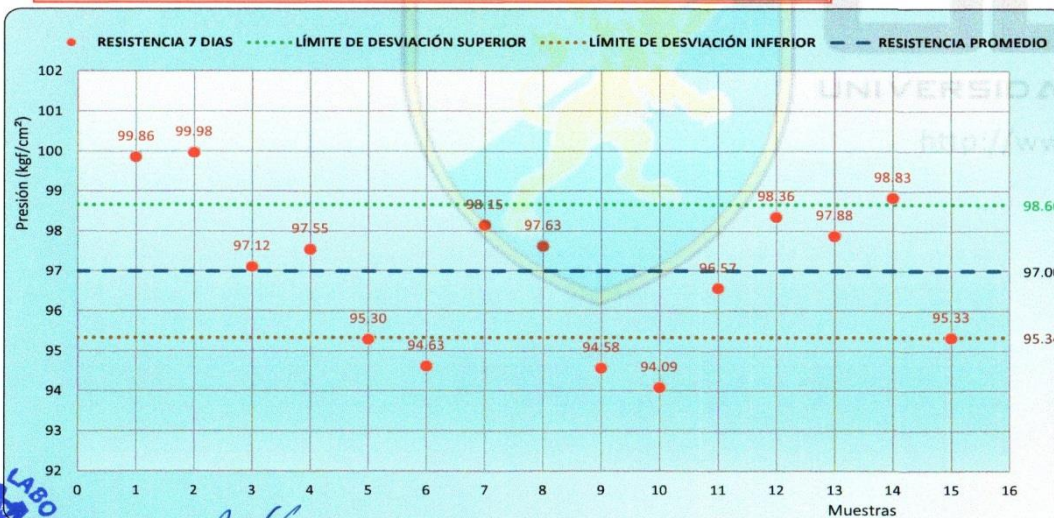
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	97 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.66 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	95 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.71 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	45 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Josef Chiquenica
INGENIERO CIVIL
G.I.F. 54

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de molde	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f _c (kgf/cm ²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm ²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 10% - 4 CAPAS.	M - 01	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	29.90	1.99	0.999	11,429.0	14	22935	129.57	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	20/07/2017	03/08/2017	15.01	15.00	15.00	15.02	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,323.0	14	22723	128.40	
	M - 03	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.01	15.02	15.01	15.01	176.95	30.10	2.01	1.000	11,472.0	14	22389	126.53	
	M - 04	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.10	2.01	1.000	11,800.0	14	22321	126.33	
	M - 05	20/07/2017	03/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	30.20	2.01	1.001	11,491.0	14	22023	124.58	
	M - 06	20/07/2017	03/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	29.90	1.99	0.999	11,571.0	14	21775	122.93	
	M - 07	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.01	15.00	176.77	29.90	1.99	0.999	11,527.0	14	22243	125.70	
	M - 08	20/07/2017	03/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,482.0	14	22745	128.52	
	M - 09	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.00	15.01	15.01	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,479.0	14	21856	123.54	
	M - 10	20/07/2017	03/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	29.90	1.99	0.999	11,563.0	14	23035	130.04	
	M - 11	20/07/2017	03/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,721.0	14	22667	128.03	
	M - 12	20/07/2017	03/08/2017	15.02	15.01	15.00	15.03	15.02	177.07	29.90	1.99	0.999	11,478.0	14	22346	126.06	
	M - 13	20/07/2017	03/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.01	15.01	177.01	30.00	2.00	0.999	11,429.0	14	21946	123.92	
	M - 14	20/07/2017	03/08/2017	15.02	15.01	15.02	15.01	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,417.0	14	22445	126.76	
	M - 15	20/07/2017	03/08/2017	15.01	15.02	15.02	15.01	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,357.0	14	22959	129.66	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



Josef Chavevalca Chaveval
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 00740

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 04	167.00	159.00	5.03 %	2.22	2.11
M - 03	93.00	86.00	8.14 %	2.15	1.99
M - 08	99.00	93.00	6.45 %	2.16	2.03
M - 11	207.00	195.00	6.15 %	2.21	2.08

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	6.44 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.19 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.05 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

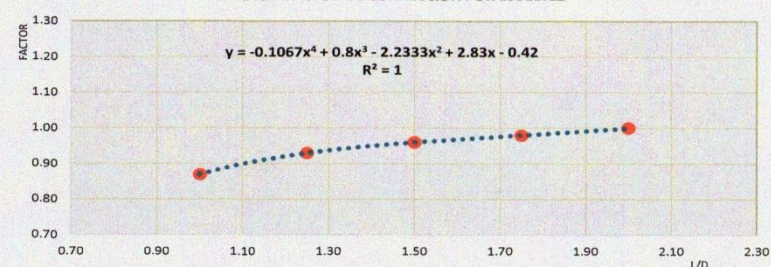
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



Josué Churruarín Churruarín
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: capingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HACER LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	7.11 kgf/cm ²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	1.42 kgf/cm ²	
Fórmulas:		
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	126.58 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	126.66 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	126.72 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	3.90
Desviación Estandar, (σ)	1.97 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.56 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.1218

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[122.93	124.35 >	123.64	3	0.2000	3	370.92	25.91
2	[124.35	125.77 >	125.06	2	0.1333	5	250.13	4.60
3	[125.77	127.20 >	126.49	4	0.2667	9	505.94	0.04
4	[127.20	128.62 >	127.91	3	0.2000	12	383.72	5.28
5	[128.62	130.04]	129.33	3	0.2000	15	387.99	22.67
$\Sigma =$				15	1		1898.70	58.51

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chiquenica Chiquenica
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

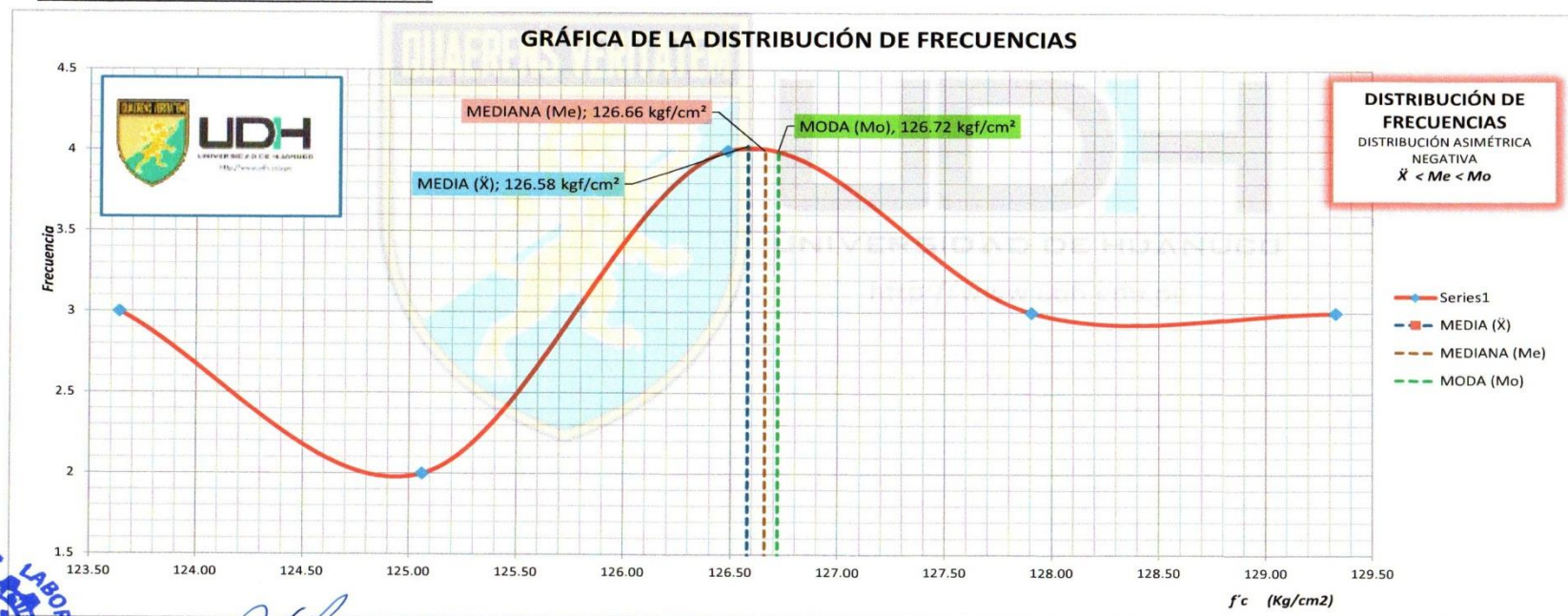
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Josué Choquevalca Choque
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 06	1	122.93	0.023966
M - 09	2	123.54	0.043311
M - 13	3	123.92	0.059656
M - 05	4	124.58	0.095227
M - 07	5	125.70	0.162886
M - 12	6	126.06	0.180719
M - 04	7	126.33	0.191129
M - 03	8	126.53	0.196827
M - 14	9	126.76	0.201012
M - 11	10	128.03	0.176638
M - 02	11	128.40	0.157317
M - 08	12	128.52	0.150373
M - 01	13	129.57	0.086473
M - 15	14	129.66	0.081385
M - 10	15	130.04	0.061567

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.00 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	128.00 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	126.00 kgf/cm²
126 kgf/cm² ≤ μ ≤ 128 kgf/cm²		
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 126 kgf/cm² a 128 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



José Chiquelica Chingue
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

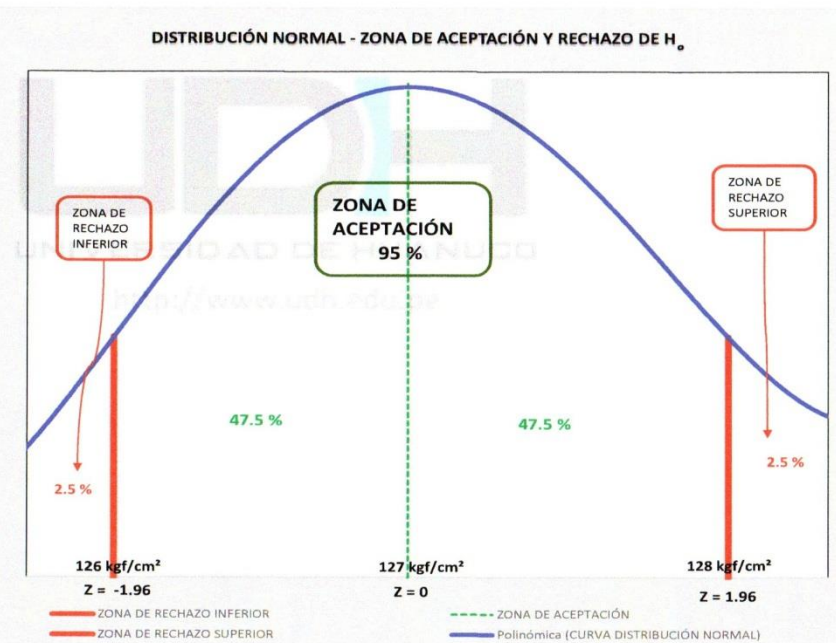
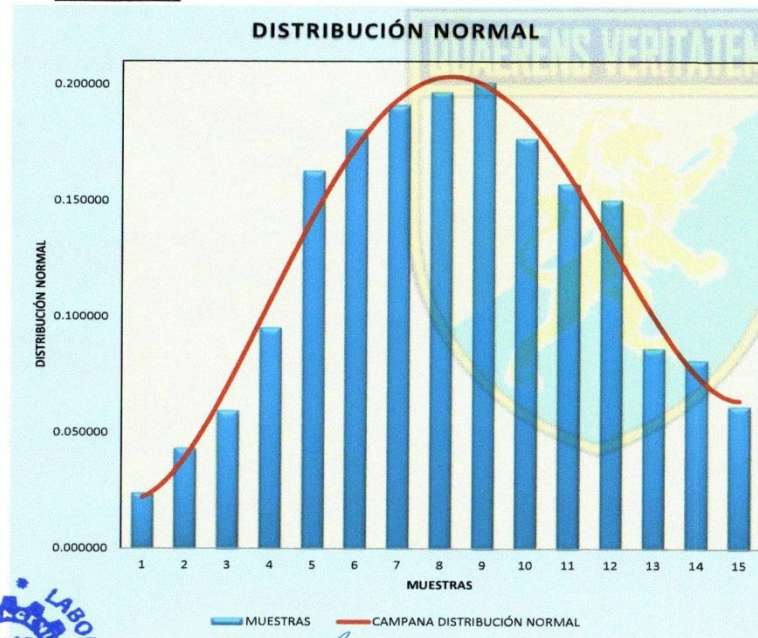


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Chiquevico C.I.
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6374

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

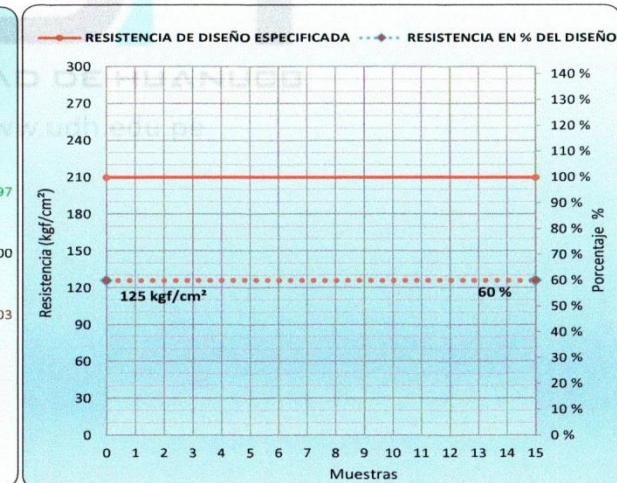
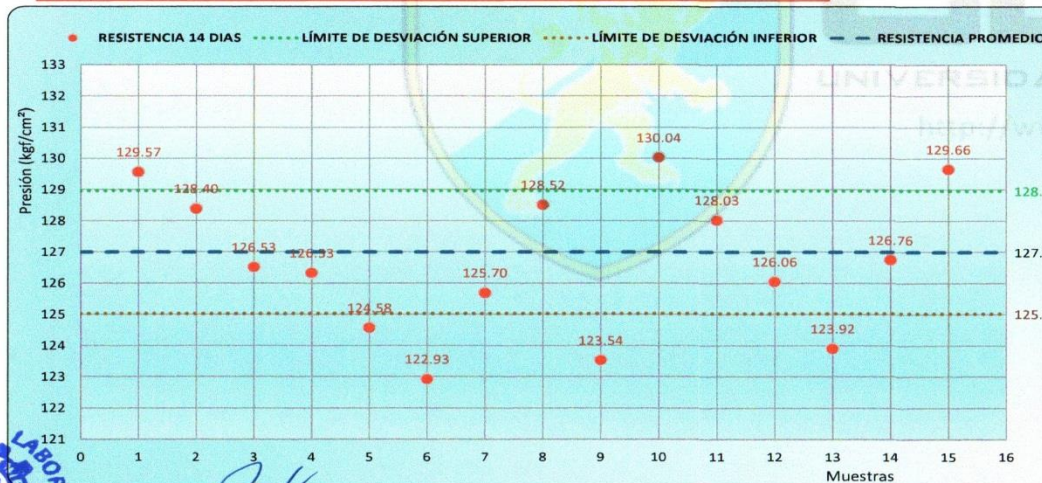
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	127 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.97 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	125 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.55 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	60 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Josué Chuquibato Chiriquir
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de molde	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 10% - 4 CAPAS.	M - 01	20/07/2017	17/08/2017	15.01	15.00	15.02	15.00	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,521.0	28	25867	146.16	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	20/07/2017	17/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.01	15.01	177.01	30.10	2.00	1.000	11,534.0	28	25597	144.61	
	M - 03	20/07/2017	17/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.00	15.01	176.95	29.90	1.99	0.999	11,638.0	28	25231	142.44	
	M - 04	20/07/2017	17/08/2017	15.00	15.02	15.02	15.02	15.02	177.07	30.00	2.00	0.999	11,712.0	28	25637	144.70	
	M - 05	20/07/2017	17/08/2017	15.02	15.00	15.00	15.01	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,642.0	28	25787	145.71	
	M - 06	20/07/2017	17/08/2017	15.02	15.01	15.00	15.02	15.01	177.01	30.00	2.00	0.999	11,556.0	28	25371	143.25	
	M - 07	20/07/2017	17/08/2017	15.00	15.03	15.00	15.01	15.01	176.95	30.20	2.01	1.001	11,578.0	28	25569	144.58	
	M - 08	20/07/2017	17/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,351.0	28	25387	143.53	
	M - 09	20/07/2017	17/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.01	15.01	177.01	29.90	1.99	0.999	11,382.0	28	25376	143.20	
	M - 10	20/07/2017	17/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,429.0	28	25132	142.09	
	M - 11	20/07/2017	17/08/2017	15.01	15.02	15.01	15.00	15.01	176.95	30.10	2.01	1.000	11,614.0	28	25398	143.54	
	M - 12	20/07/2017	17/08/2017	15.02	15.02	15.00	15.00	15.01	176.95	29.90	1.99	0.999	11,659.0	28	25667	144.90	
	M - 13	20/07/2017	17/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,721.0	28	25978	146.73	
	M - 14	20/07/2017	17/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.02	15.01	177.01	30.10	2.00	1.000	11,629.0	28	25385	143.41	
	M - 15	20/07/2017	17/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.01	15.01	177.01	30.00	2.00	0.999	11,563.0	28	25878	146.12	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarillos - Huánuco.



Josué Chuquivalco Chuqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6374

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinqcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 10	605.00	554.00	9.21 %	2.15	1.97
M - 06	193.00	180.00	7.22 %	2.18	2.03
M - 13	306.00	284.00	7.75 %	2.21	2.05
M - 02	123.00	112.00	9.82 %	2.16	1.97

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	8.50 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.17 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.00 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

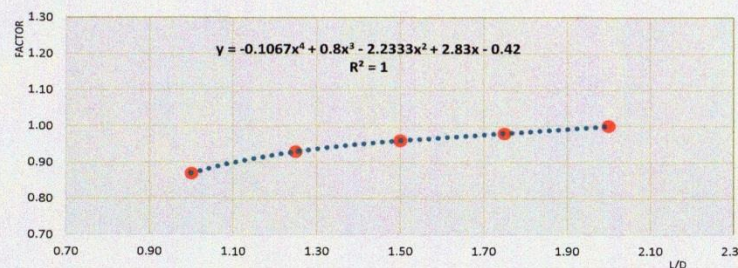
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Chuganillo Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	4.64 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	0.93 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	144.35 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	144.10 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	143.57 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	1.55
Desviación Estandar, (σ)	1.24 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	0.86 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.6048

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[142.09	143.02 >	142.55	2	0.1333	2	285.11	6.45
2	[143.02	143.95 >	143.48	5	0.3333	7	717.41	3.77
3	[143.95	144.87 >	144.41	3	0.2000	10	433.23	0.01
4	[144.87	145.80 >	145.34	2	0.1333	12	290.68	1.95
5	[145.80	146.73]	146.27	3	0.2000	15	438.80	11.01
Σ=				15	1		2165.22	23.19

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chiriquel Chiriquel
INGENIERO CIVIL
C.I.F. 83745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

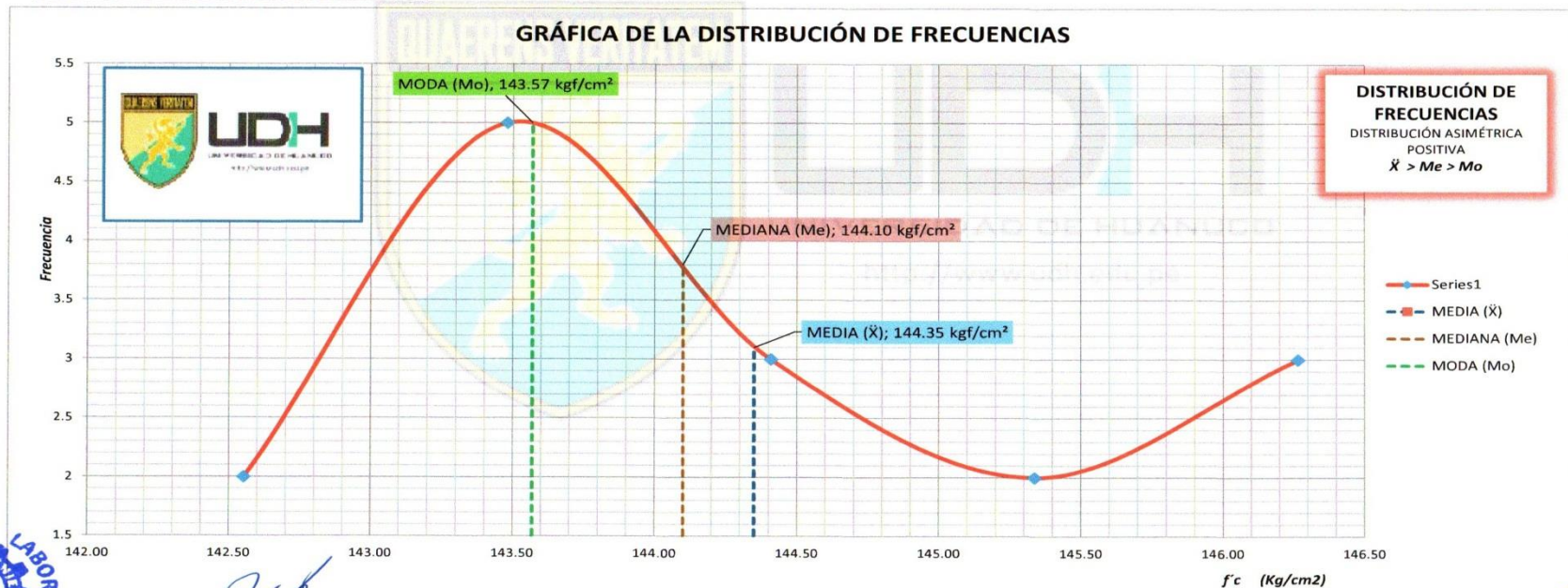


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Josué Chuquevilca Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63744

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 10	1 142.09	0.098240
M - 03	2 142.44	0.145816
M - 09	3 143.20	0.261279
M - 06	4 143.25	0.267947
M - 14	5 143.41	0.287295
M - 08	6 143.53	0.299428
M - 11	7 143.54	0.300334
M - 07	8 144.58	0.288390
M - 02	9 144.61	0.285062
M - 04	10 144.70	0.274339
M - 12	11 144.90	0.247227
M - 05	12 145.71	0.124318
M - 15	13 146.12	0.074605
M - 01	14 146.16	0.070565
M - 13	15 146.73	0.028507

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.63 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	144.63 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	143.37 kgf/cm²
	143.37 kgf/cm² ≤ μ ≤ 144.63 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 143.3 kgf/cm² a 144.63 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Josef Choquevalco Choqueval
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

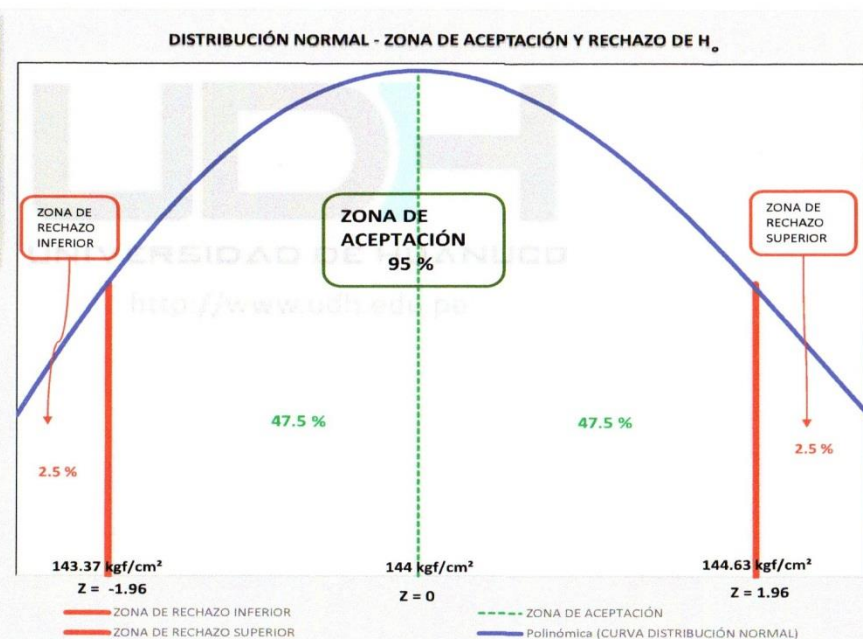
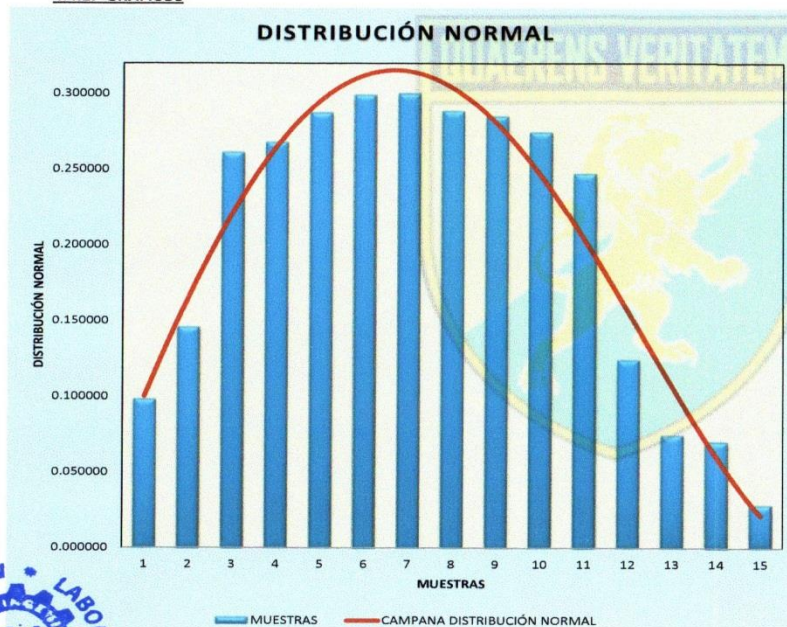


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Josué Chuguevalca Chugue
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 83749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: eapinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

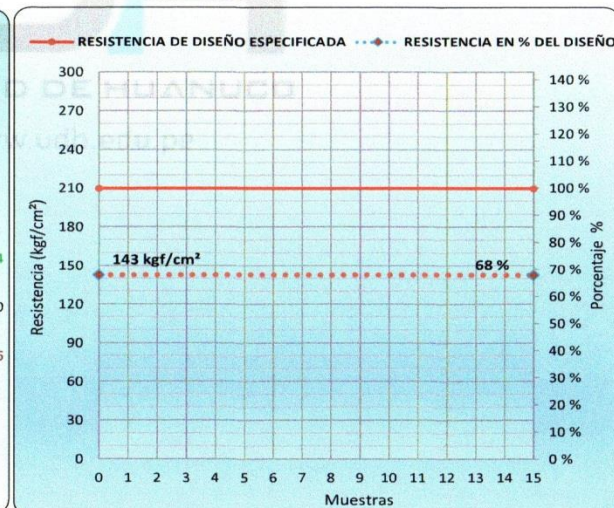
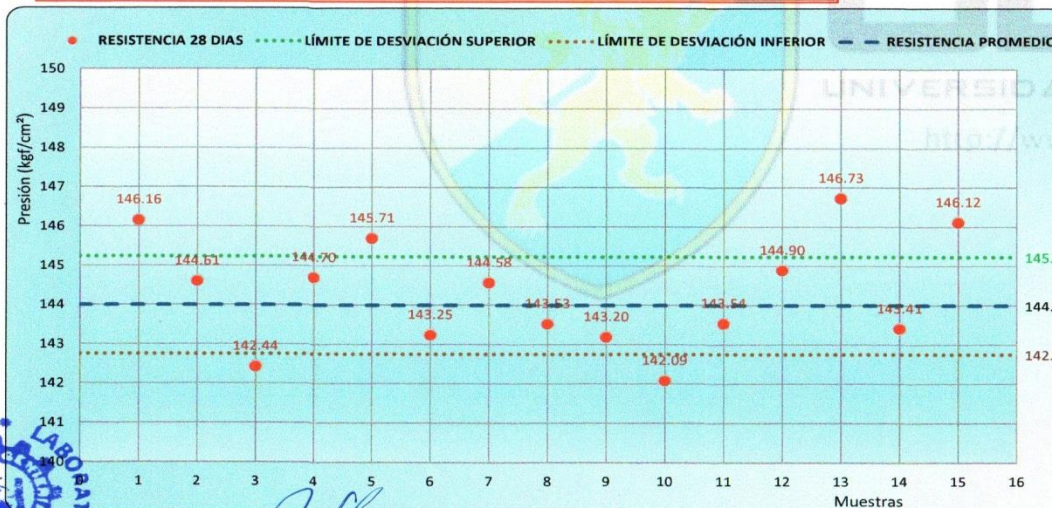
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	144 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.24 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	143 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	0.86 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	68 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Choquevita Choque
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

CURVA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

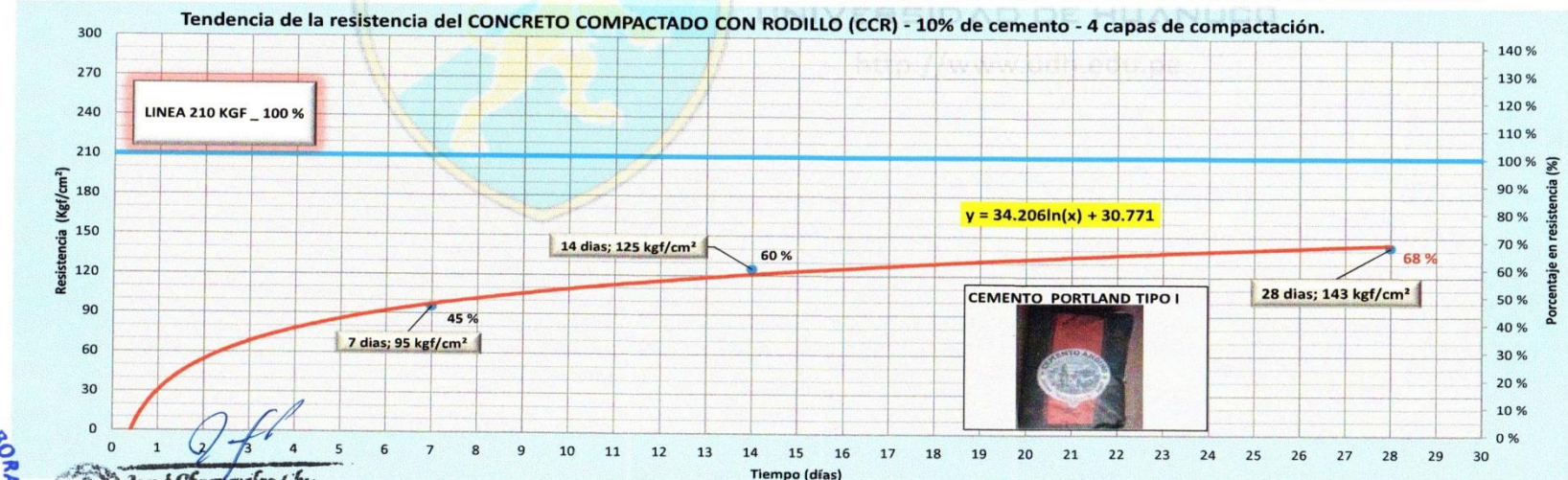
1.- Cuadro de resumen y gráfica de evolución del concreto:

— % CEMENTO: 10%

— COMPACTACIÓN: 4 CAPAS

— TIEMPO COMPACTACIÓN: 15 seg.

<div><div><div>— % CEMENTO: 10%</div><div>— COMPACTACIÓN: 4 CAPAS</div><div>— TIEMPO COMPACTACIÓN: 15 seg.</div></div></div>	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESITENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm²	95 kgf/cm²	125 kgf/cm²	143 kgf/cm²	f'c =34.206*ln(dias) + 30.771
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c=210 kgf/cm²)	0 %	45 %	60 %	68 %	



José Chocoma Chirino
INGENIERO CIVIL
C.I.F. 6371

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe



ANEXO V.III

ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE 7,
14 Y 28 DIAS, 4 CAPAS, 12%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f _c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 12% - 4 CAPAS.	M - 01	21/07/2017	28/07/2017	15.01	15.01	15.03	15.01	15.02	177.07	29.90	1.99	0.999	11,441.0	7	21845	123.23	Falla columnar (Agirietamiento vertical)
	M - 02	21/07/2017	28/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.10	2.01	1.000	11,435.0	7	21478	121.38	
	M - 03	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,345.0	7	21679	122.61	
	M - 04	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	29.80	1.99	0.998	11,528.0	7	21569	121.78	
	M - 05	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,368.0	7	20843	117.77	
	M - 06	21/07/2017	28/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	29.90	1.99	0.999	11,369.0	7	20845	117.68	
	M - 07	21/07/2017	28/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.20	2.01	1.001	11,581.0	7	21560	121.91	
	M - 08	21/07/2017	28/07/2017	15.02	15.02	15.03	15.00	15.02	177.13	30.00	2.00	0.999	11,559.0	7	21312	120.25	
	M - 09	21/07/2017	28/07/2017	15.01	15.01	15.00	15.01	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,571.0	7	20949	118.44	
	M - 10	21/07/2017	28/07/2017	15.02	15.00	15.00	15.01	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,485.0	7	20875	117.95	
	M - 11	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	29.90	1.99	0.999	11,801.0	7	21463	121.34	
	M - 12	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.00	15.00	15.01	15.00	176.77	30.00	2.00	1.000	11,474.0	7	21410	121.06	
	M - 13	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,629.0	7	21343	120.66	
	M - 14	21/07/2017	28/07/2017	15.01	15.00	15.00	15.00	15.00	176.77	30.00	2.00	1.000	11,713.0	7	22034	124.59	
	M - 15	21/07/2017	28/07/2017	15.00	15.00	15.00	15.02	15.01	176.83	29.90	1.99	0.999	11,547.0	7	21754	122.90	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



José Choquevalca Choqueval
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: capingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 13	657.00	603.00	8.96 %	2.18	2.00
M - 10	207.00	197.00	5.08 %	2.16	2.06
M - 14	358.00	331.00	8.16 %	2.21	2.04
M - 09	229.00	213.00	7.51 %	2.17	2.02

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	7.43 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.18 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.03 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

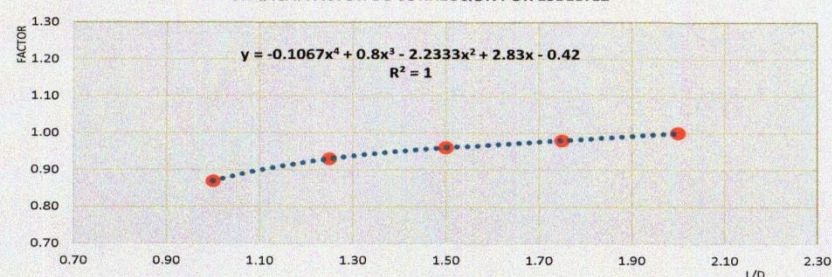
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Chiquelco Chiquelco
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

SELECCIONAR PARA HACER LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	6.91 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.38 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	120.95 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	121.14 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	121.37 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	3.53
Desviación Estandar, (σ)	1.88 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.55 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	-0.3032

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i * f_i}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{f_i} * A$$

$$Mo = Li + \frac{f_i - f(i-1)}{(f_i - f(i-1)) + (f_i - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2 * f_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[117.68	119.06 >	118.37	4	0.2667	4	473.48	26.60
2	[119.06	120.44 >	119.75	1	0.0667	5	119.75	1.43
3	[120.44	121.83 >	121.14	5	0.3333	10	605.68	0.17
4	[121.83	123.21 >	122.52	3	0.2000	13	367.55	7.37
5	[123.21	124.59]	123.90	2	0.1333	15	247.80	17.39
				Σ = 15	1		1814.26	52.97

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



Josué Choquevalca i. h.
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 6377

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

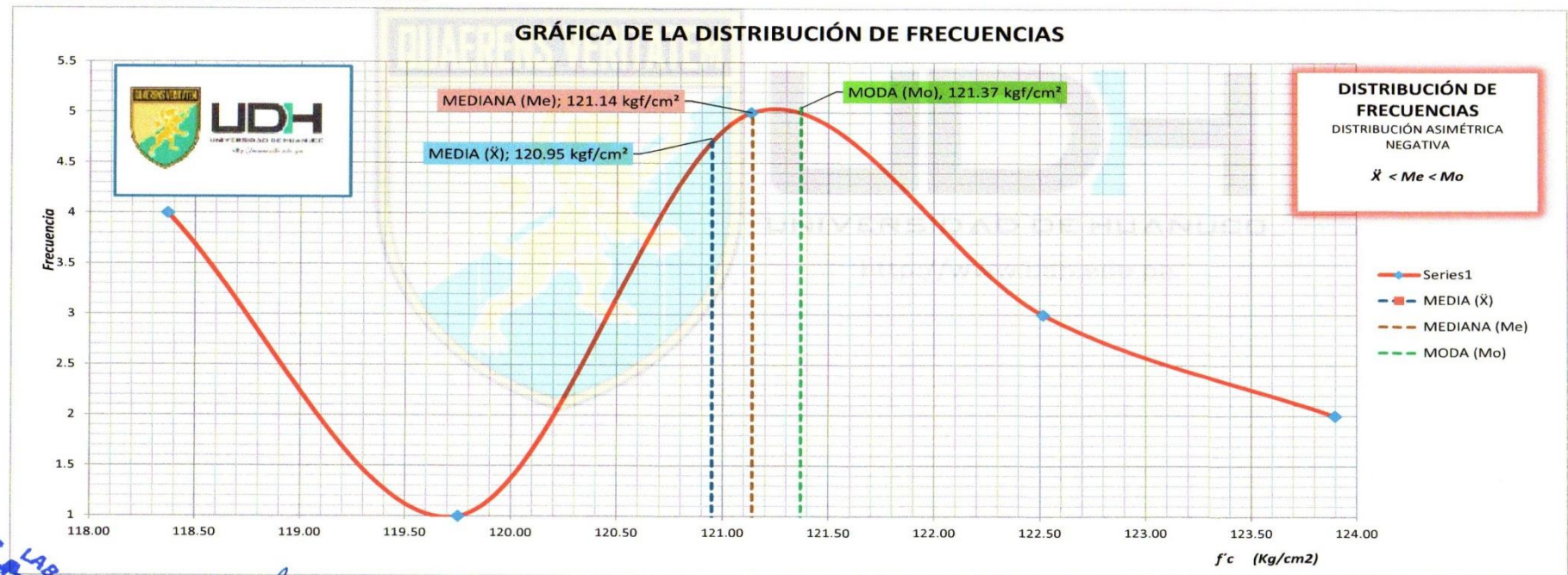


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Josué Choquecancha
INGENIERO CIVIL

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 06	1	117.68	0.044623
M - 05	2	117.77	0.048504
M - 10	3	117.95	0.056915
M - 09	4	118.44	0.083967
M - 08	5	120.25	0.195972
M - 13	6	120.66	0.208761
M - 12	7	121.06	0.212095
M - 11	8	121.34	0.208761
M - 02	9	121.38	0.207912
M - 04	10	121.78	0.194703
M - 07	11	121.91	0.188745
M - 03	12	122.61	0.147061
M - 15	13	122.90	0.127339
M - 01	14	123.23	0.105009
M - 14	15	124.59	0.034271

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.95 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	121.95 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	120.05 kgf/cm²
		120.05 kgf/cm² ≤ μ ≤ 121.95 kgf/cm²
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 120.05 kgf/cm² a 121.95 kgf/cm².		

FÓRMULAS

$$\alpha = 1 - 95 \%$$

$$Z = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\mu = \bar{X} \pm Z \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



J. J. Choquevalco
INGENIERO CIVIL
C.I.F. 6374

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: capinacivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

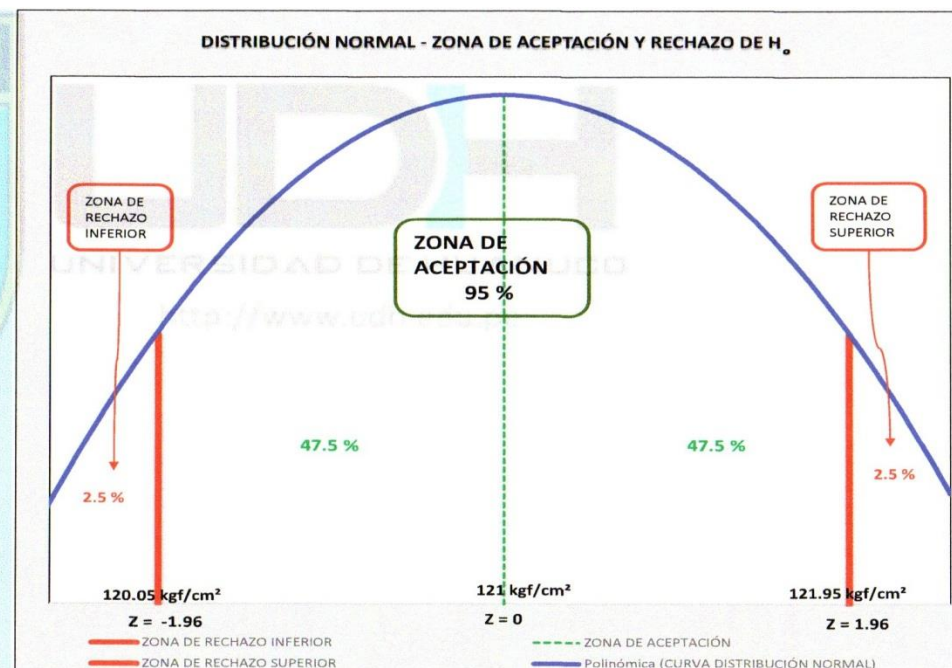
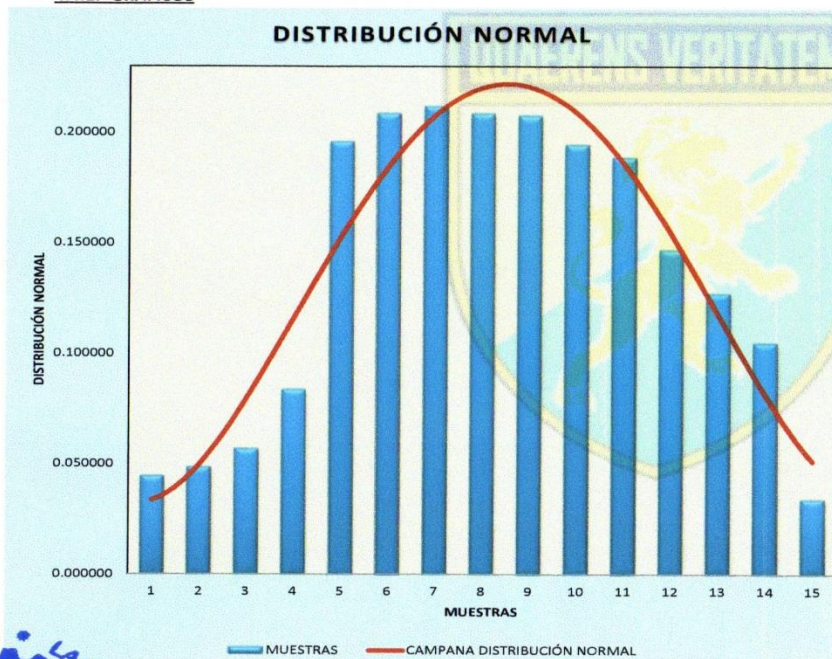


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017”.
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Jf
Josué Chiquenle
 INGENIERO CIVIL
 C.A. 12.

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: ecapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

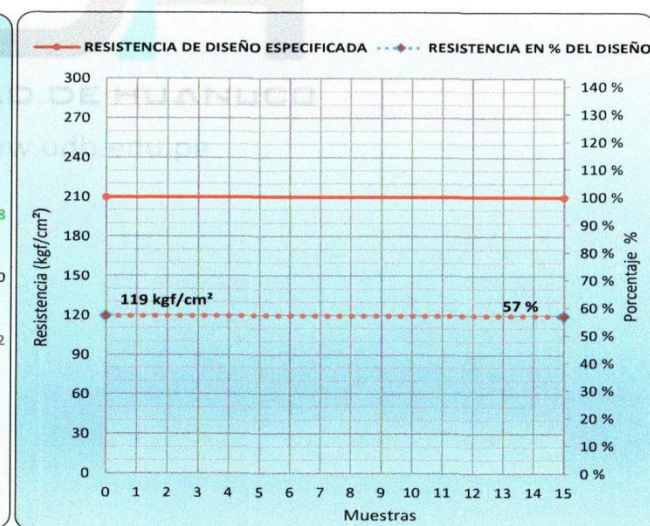
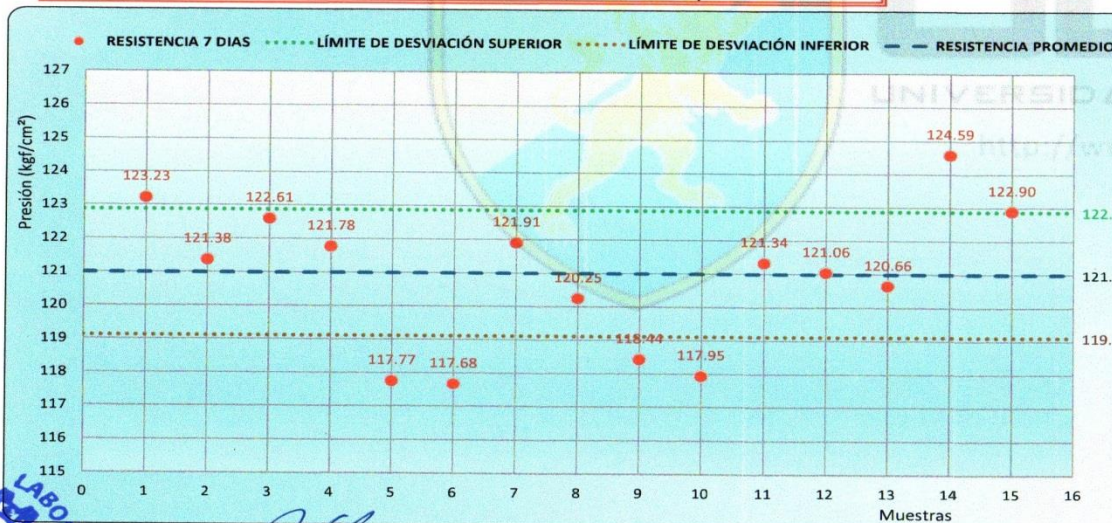
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	121 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.88 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	119 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.55 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	57 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Chavarrán Chirino
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 8374

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinqcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeado	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 12% - 4 CAPAS.	M - 01	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,723.0	14	27760	157.00	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.02	15.01	15.01	176.95	30.10	2.01	1.000	11,658.0	14	27330	154.46	
	M - 03	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.02	15.03	15.01	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,821.0	14	28170	159.09	
	M - 04	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	30.20	2.01	1.001	11,763.0	14	27260	154.15	
	M - 05	21/07/2017	04/08/2017	15.02	15.00	15.00	15.00	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,776.0	14	26800	151.57	
	M - 06	21/07/2017	04/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,708.0	14	28100	158.78	
	M - 07	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.00	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,752.0	14	27290	154.34	
	M - 08	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,645.0	14	27540	155.67	
	M - 09	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.10	2.01	1.000	11,607.0	14	26760	151.45	
	M - 10	21/07/2017	04/08/2017	15.01	15.04	15.00	15.01	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,659.0	14	28280	159.71	
	M - 11	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	29.90	1.99	0.999	11,693.0	14	27540	155.53	
	M - 12	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.02	15.01	176.89	29.80	1.99	0.998	11,659.0	14	27610	155.84	
	M - 13	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,518.0	14	27530	155.56	
	M - 14	21/07/2017	04/08/2017	15.01	15.00	15.00	15.00	15.00	176.77	30.10	2.01	1.000	11,629.0	14	26725	151.20	
	M - 15	21/07/2017	04/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.02	15.01	176.83	29.90	1.99	0.999	11,632.0	14	27387	154.72	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarillis - Huánuco.



José Chaves C. S. S.
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 43.000

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 02	465.00	425.00	9.41 %	2.19	2.00
M - 04	591.00	544.00	8.64 %	2.20	2.03
M - 06	653.00	598.00	9.20 %	2.21	2.02
M - 08	775.00	712.00	8.85 %	2.20	2.02

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	9.02 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.20 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.02 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

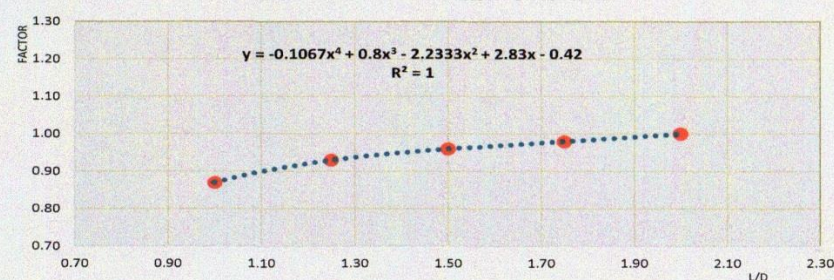
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



José Chaguanillo Chinyun
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

ENCUESTA PARA HACER LAS TABLAS DE FRECUENCIA		
Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	8.51 kgf/cm ²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	1.70 kgf/cm ²	
Fórmulas:		
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	155.23 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	155.11 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	155.17 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	5.36
Desviación Estandar, (σ)	2.32 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.49 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1552

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i * f_i}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{f_i} * A$$

$$Mo = Li + \frac{f_i - f(i-1)}{(f_i - f(i-1)) + (f_i - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2 * f_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[151.20	152.90 >	152.05	3	0.2000	3	456.15	30.32
2	[152.90	154.60 >	153.75	3	0.2000	6	461.26	6.54
3	[154.60	156.31 >	155.46	5	0.3333	11	777.28	0.25
4	[156.31	158.01 >	157.16	1	0.0667	12	157.16	3.71
5	[158.01	159.71]	158.86	3	0.2000	15	476.58	39.51
$\Sigma =$				15	1		2328.42	80.34

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



Josef
Josef Choquevalca Chispa
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

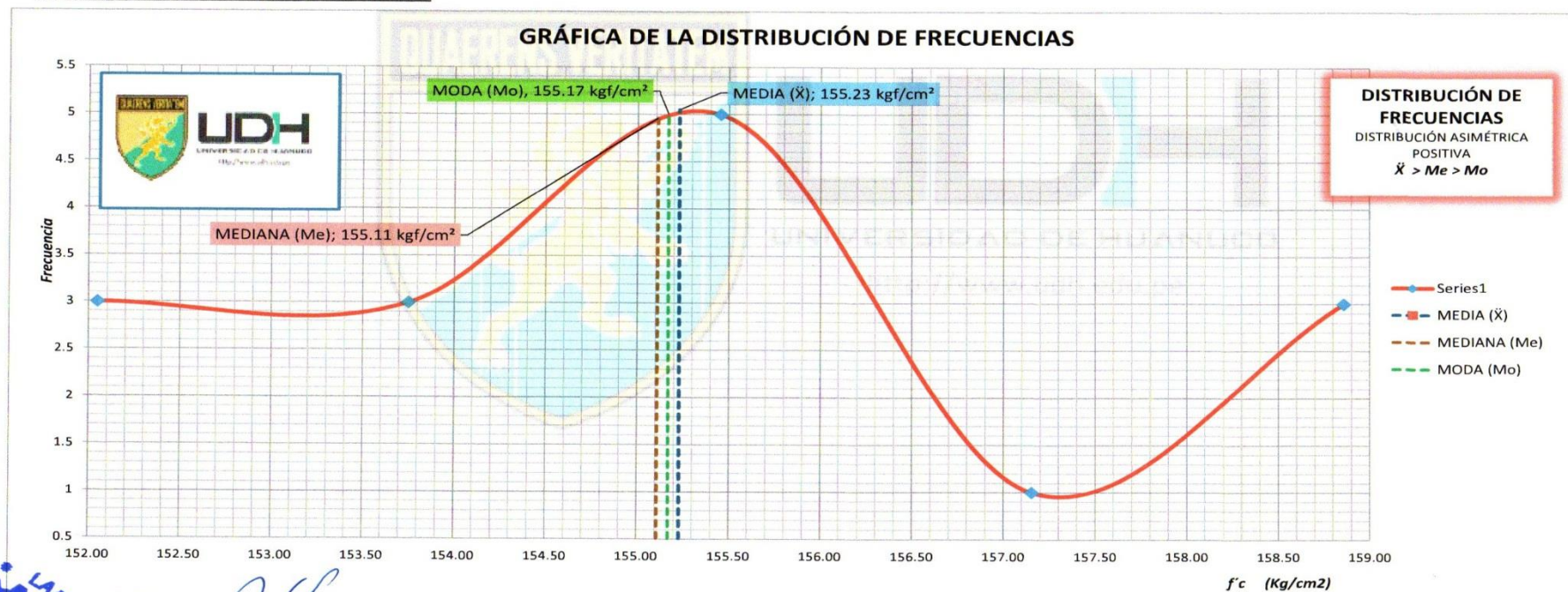


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 14	1	151.20	0.044963
M - 09	2	151.45	0.053332
M - 05	3	151.57	0.057647
M - 04	4	154.15	0.160795
M - 07	5	154.34	0.165138
M - 02	6	154.46	0.167362
M - 15	7	154.72	0.170710
M - 11	8	155.53	0.167529
M - 13	9	155.56	0.167021
M - 08	10	155.67	0.164935
M - 12	11	155.84	0.161048
M - 01	12	157.00	0.118590
M - 06	13	158.78	0.045601
M - 03	14	159.09	0.036353
M - 10	15	159.71	0.021899

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.17 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	156.17 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	153.83 kgf/cm²
	153.83 kgf/cm² ≤ μ ≤ 156.17 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 153.83 kgf/cm² a 156.17 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{x} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Josef Choquevalca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63745





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

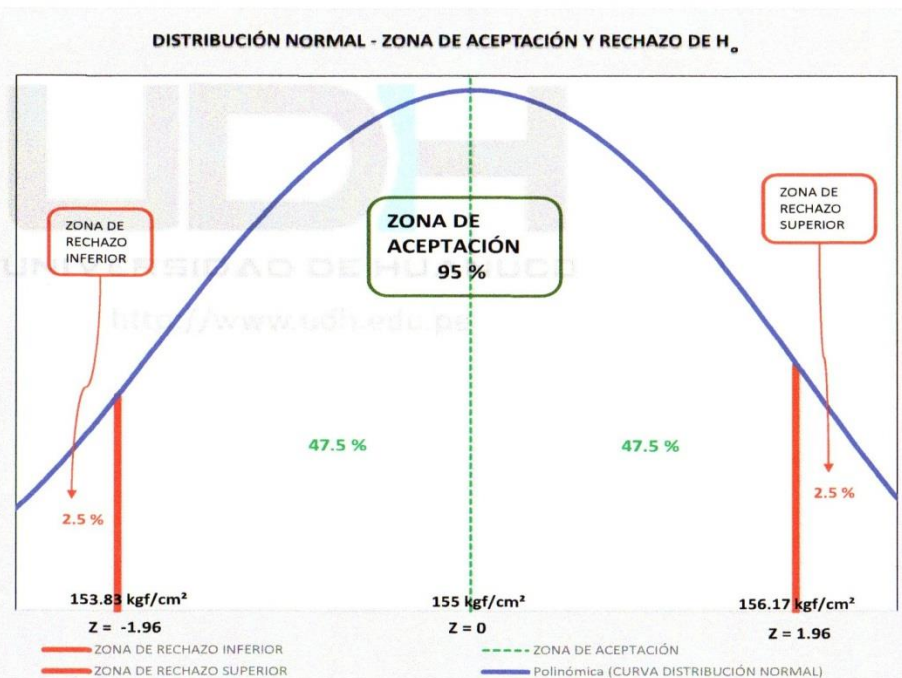
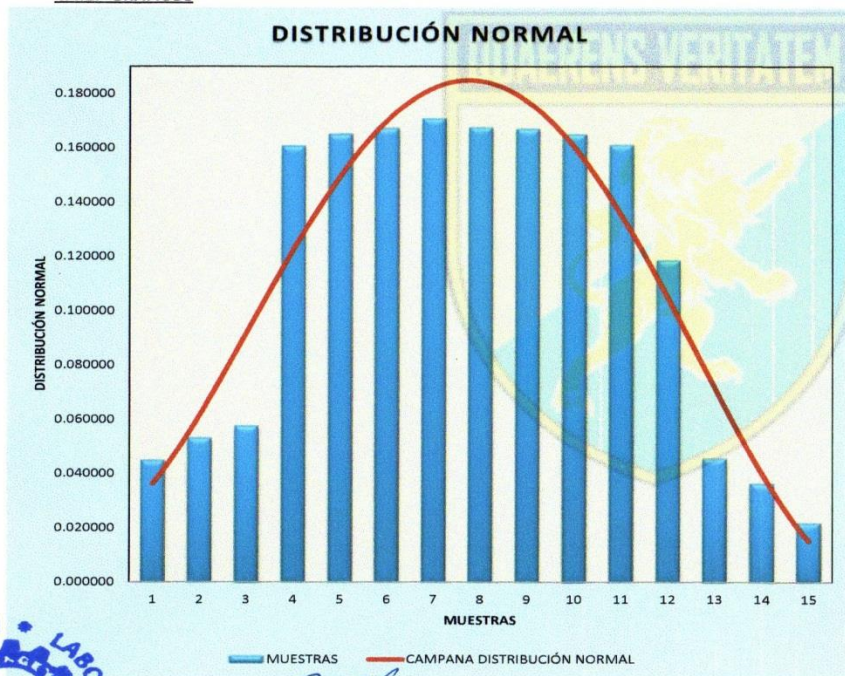


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Chequerillo Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

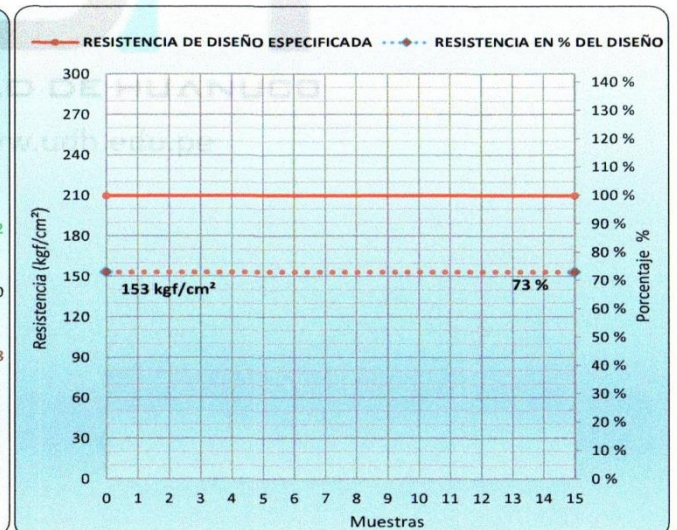
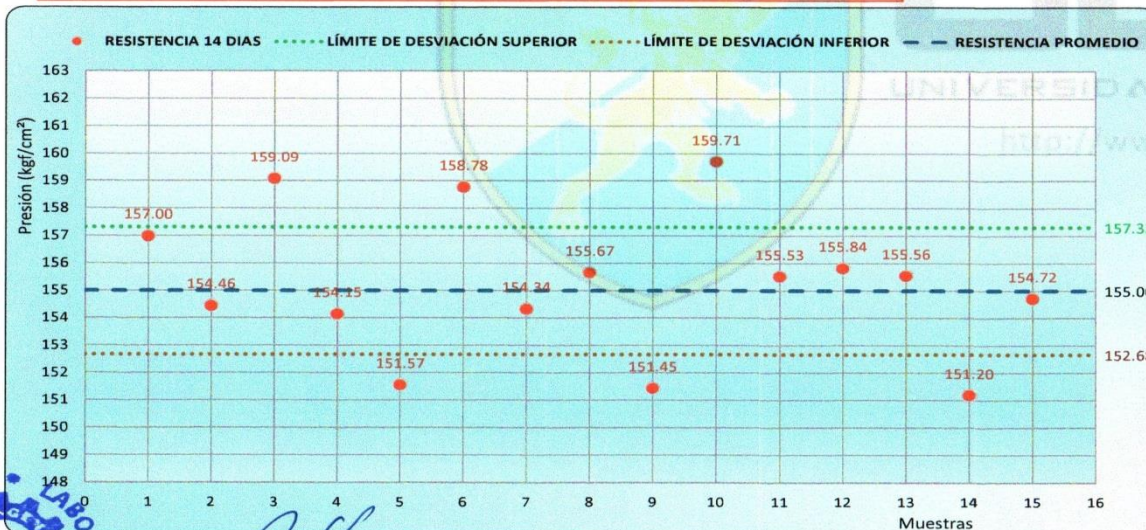
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	155 kgf/cm ²
Desviación standar, σ	2.32 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	153 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.50 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	73 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Chacabarro Chacabarro
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 08740

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeado	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f _c (kgf/cm ²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm ²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 12% - 4 CAPAS.	M - 01	21/07/2017	18/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,256.0	28	29244	165.39	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	21/07/2017	18/08/2017	15.01	15.00	15.00	15.02	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,632.0	28	29331	165.73	
	M - 03	21/07/2017	18/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	29.90	1.99	0.999	11,576.0	28	29003	163.79	
	M - 04	21/07/2017	18/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.20	2.01	1.001	11,521.0	28	29174	165.21	
	M - 05	21/07/2017	18/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	29.80	1.99	0.998	11,367.0	28	28974	163.54	
	M - 06	21/07/2017	18/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,348.0	28	29022	163.93	
	M - 07	21/07/2017	18/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.01	15.00	176.77	30.10	2.01	1.000	11,321.0	28	29134	164.83	
	M - 08	21/07/2017	18/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.20	2.01	1.001	11,568.0	28	29685	167.86	
	M - 09	21/07/2017	18/08/2017	15.00	15.00	15.01	15.01	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,417.0	28	29019	164.03	
	M - 10	21/07/2017	18/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	29.80	1.99	0.998	11,468.0	28	29520	166.56	
	M - 11	21/07/2017	18/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,387.0	28	29650	167.48	
	M - 12	21/07/2017	18/08/2017	15.02	15.01	15.00	15.04	15.02	177.13	29.90	1.99	0.999	11,629.0	28	29650	167.20	
	M - 13	21/07/2017	18/08/2017	15.03	15.01	15.02	15.02	15.02	177.19	30.10	2.00	1.000	11,565.0	28	28900	163.09	
	M - 14	21/07/2017	18/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.01	15.01	177.01	30.10	2.00	1.000	11,372.0	28	28760	162.48	
	M - 15	21/07/2017	18/08/2017	15.01	15.02	15.02	15.01	15.02	177.07	30.00	2.00	0.999	11,426.0	28	29330	165.55	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



Joel Choquevalca Chávez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63746

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 03	745.00	705.00	5.67 %	2.19	2.07
M - 05	115.00	108.00	6.48 %	2.16	2.03
M - 07	674.00	633.00	6.48 %	2.13	2.00
M - 09	462.00	431.00	7.19 %	2.15	2.01

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	6.46 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.16 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.03 g/cm³

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

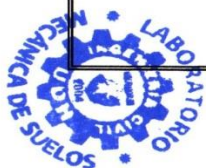
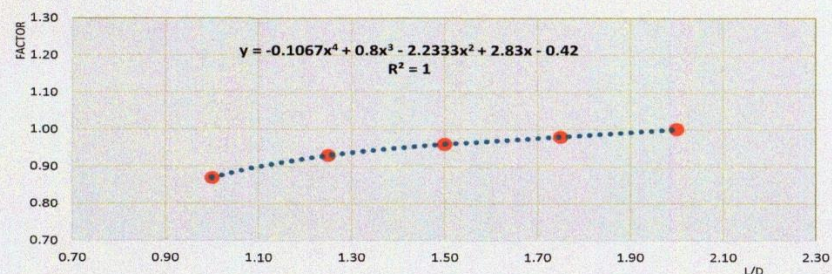
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ



Joan Chaves
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 83748

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.38 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.08 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \log(n)$
$A = \frac{R}{K}$	

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	165.10 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	165.04 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	164.99 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	2.23
Desviación Estandar, (σ)	1.49 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	0.90 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1208

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi-X̄)²*fi
	Li	Ls						
1	[162.48	163.56 >	163.02	3	0.2000	3	489.05	13.00
2	[163.56	164.63 >	164.09	3	0.2000	6	492.28	3.04
3	[164.63	165.71 >	165.17	4	0.2667	10	660.68	0.02
4	[165.71	166.78 >	166.25	2	0.1333	12	332.49	2.63
5	[166.78	167.86]	167.32	3	0.2000	15	501.97	14.81
Σ =				15	1		2476.47	33.50

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chiguaveca Linares
INGENIERO CIVIL
C.A. 31749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eapincivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

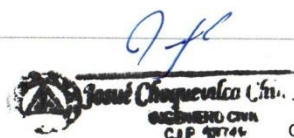
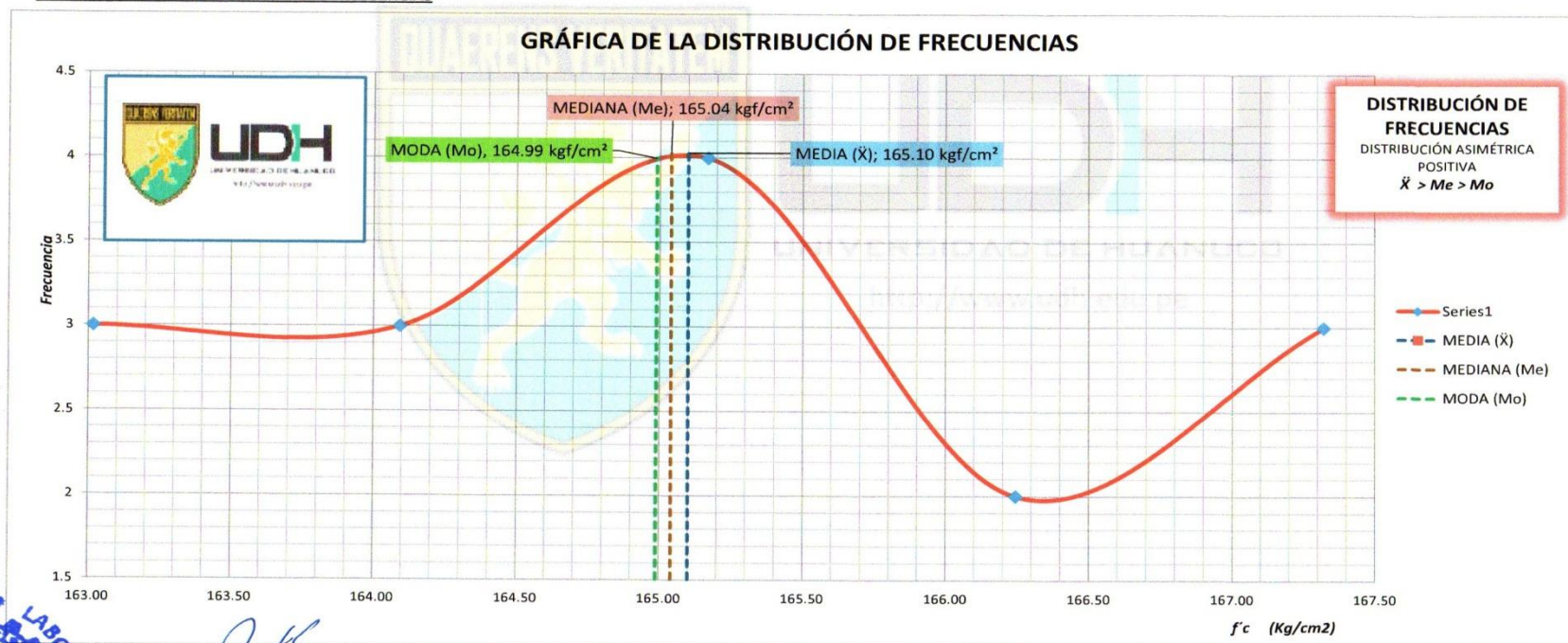


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Testista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 14	1	162.48	0.064061
M - 13	2	163.09	0.117735
M - 05	3	163.54	0.165666
M - 03	4	163.79	0.192540
M - 06	5	163.93	0.206891
M - 09	6	164.03	0.216618
M - 07	7	164.83	0.266009
M - 04	8	165.21	0.265100
M - 01	9	165.39	0.258730
M - 15	10	165.55	0.250113
M - 02	11	165.73	0.237466
M - 10	12	166.56	0.154773
M - 12	13	167.20	0.090017
M - 11	14	167.48	0.067012
M - 08	15	167.86	0.042431

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.75 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	165.75 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	164.25 kgf/cm²
		164.25 kgf/cm² ≤ μ ≤ 165.75 kgf/cm²
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 164.25 kgf/cm² a 165.75 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Andy Espinoza Torres
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 4377

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

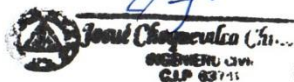
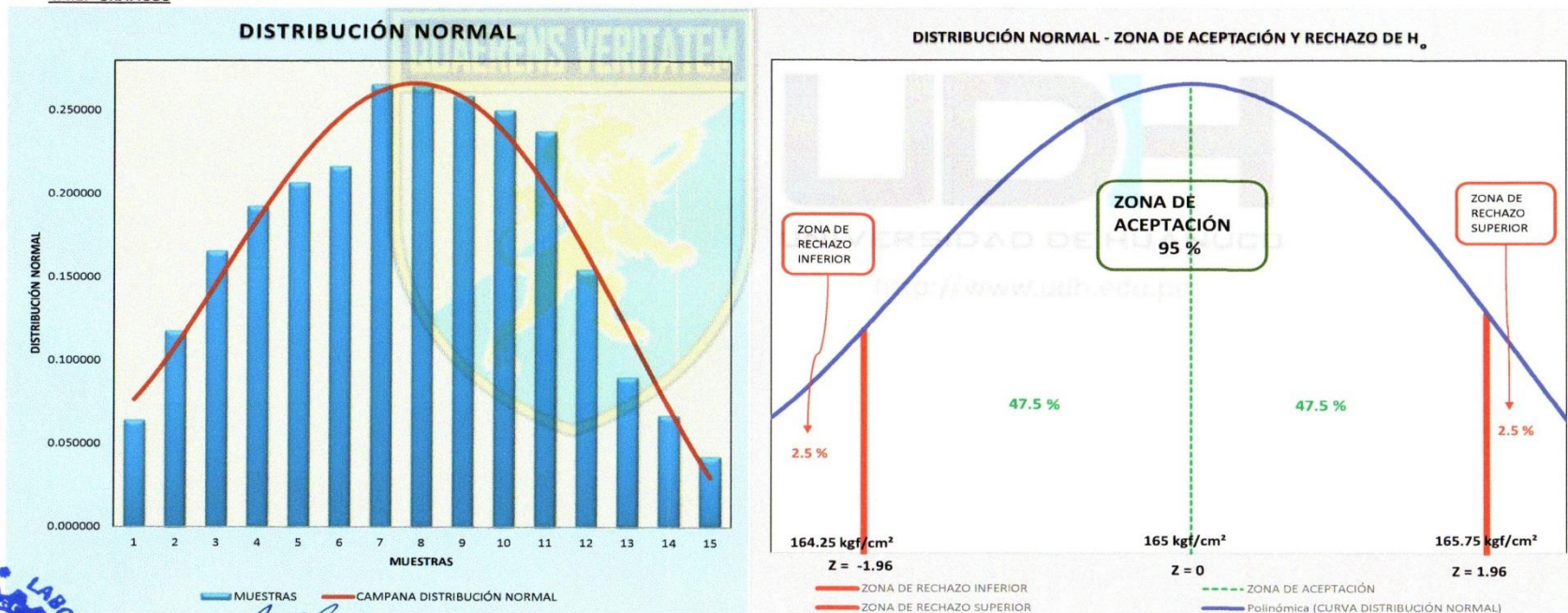


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

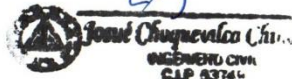
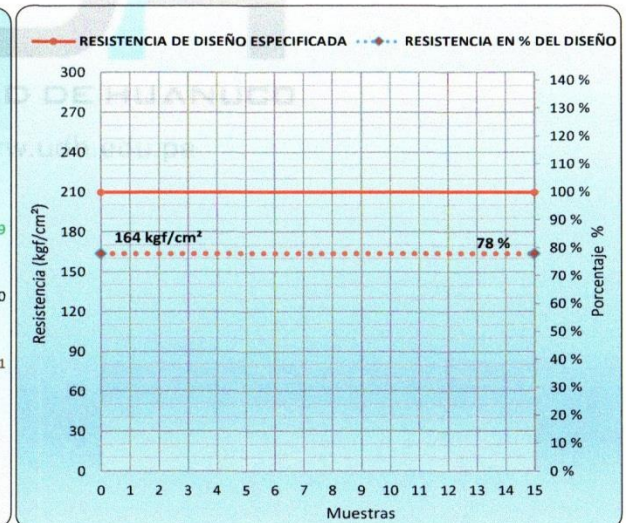
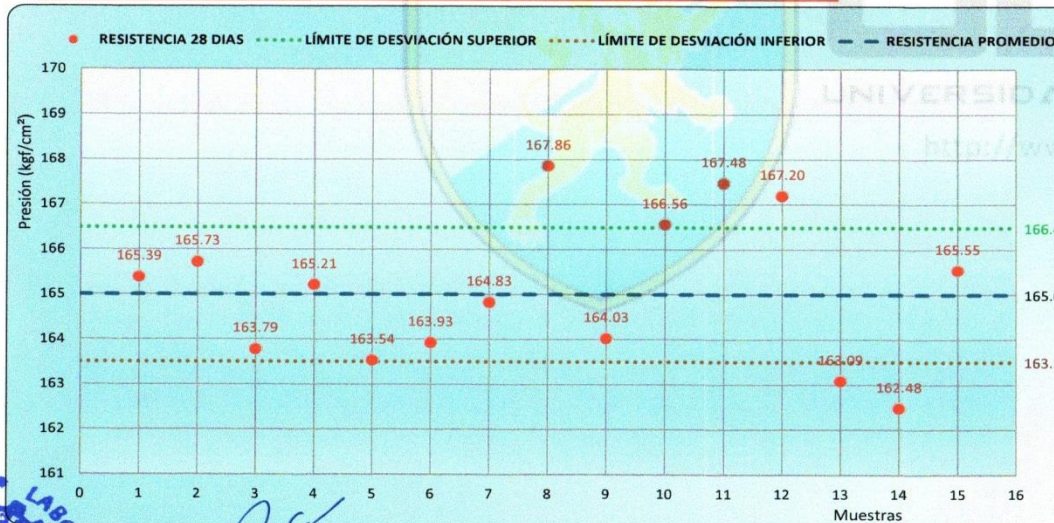
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	165 kgf/cm ²
Desviación estándar, σ	1.49 kgf/cm ²
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	164 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	0.90 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	78 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: espinozcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

CURVA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

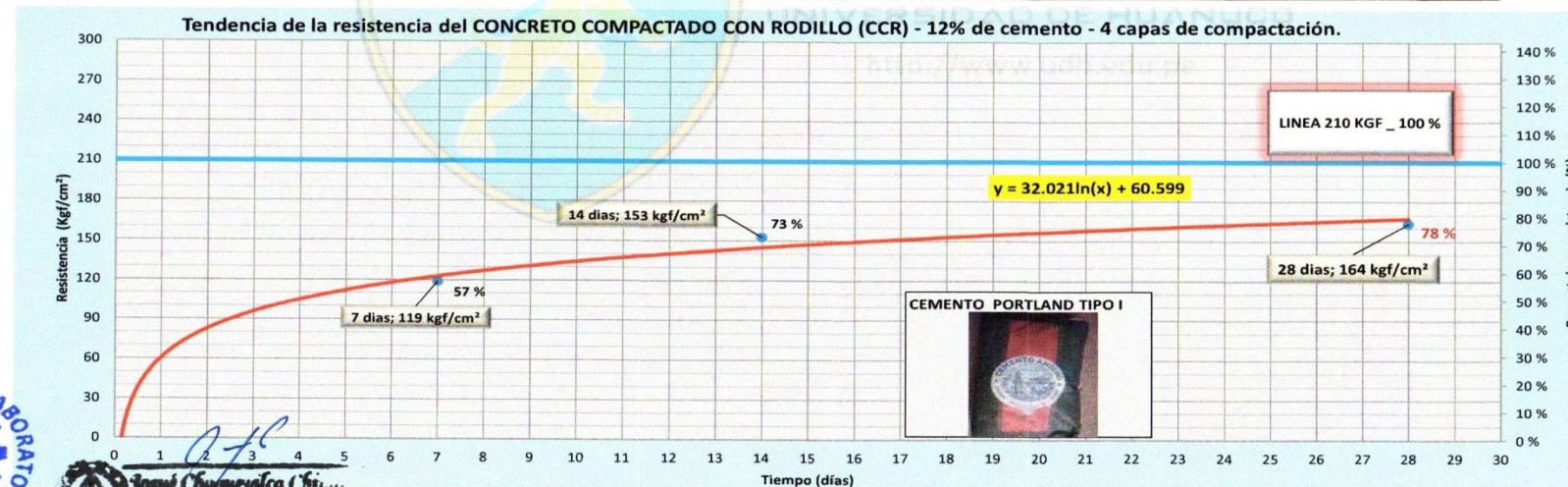
1.- Cuadro de resumen y gráfica de evolución del concreto:

– % CEMENTO: 12%

– COMPACTACIÓN: 4 CAPAS

– TIEMPO COMPACTACIÓN: 15 seg.

<div><div>— % CEMENTO: 12%</div><div>— COMPACTACIÓN: 4 CAPAS</div><div>— TIEMPO COMPACTACIÓN: 15 seg.</div></div>	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESITENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm²	119 kgf/cm²	153 kgf/cm²	164 kgf/cm²	f'c =32.021*ln(días) + 60.599
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c=210 kgf/cm²)	0 %	57 %	73 %	78 %	



Joan Chaves Chiriqui
INGENIERO CIVIL
CLIP 8374

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



ANEXO V.III

ENSAYOS DE COMPRESION CILINDRICA DEL CONCRETO DE
7, 14 Y 28 DIAS, 4 CAPAS, 14%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 14% - 4 CAPAS.	M - 01	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,305.0	7	30856	174.41	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	22/07/2017	29/07/2017	15.01	15.00	15.00	15.02	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,275.0	7	31110	175.79	
	M - 03	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,245.0	7	30632	173.18	
	M - 04	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.20	2.01	1.001	11,297.0	7	30645	173.54	
	M - 05	22/07/2017	29/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	29.90	1.99	0.999	11,426.0	7	31079	175.51	
	M - 06	22/07/2017	29/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.20	2.01	1.001	11,388.0	7	30513	172.54	
	M - 07	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.00	15.00	15.01	15.00	176.77	29.80	1.99	0.998	11,515.0	7	30598	172.83	
	M - 08	22/07/2017	29/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.00	15.01	176.89	29.90	1.99	0.999	11,294.0	7	31179	176.08	
	M - 09	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.00	15.01	15.01	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,324.0	7	31257	176.78	
	M - 10	22/07/2017	29/07/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	30.10	2.01	1.000	11,473.0	7	30153	170.41	
	M - 11	22/07/2017	29/07/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,462.0	7	30412	171.78	
	M - 12	22/07/2017	29/07/2017	15.02	15.01	15.00	15.04	15.02	177.13	29.90	1.99	0.999	11,594.0	7	30583	172.46	
	M - 13	22/07/2017	29/07/2017	15.03	15.01	15.02	15.02	15.02	177.19	30.00	2.00	0.999	11,607.0	7	29842	168.32	
	M - 14	22/07/2017	29/07/2017	15.02	15.01	15.02	15.01	15.02	177.07	30.20	2.01	1.001	11,483.0	7	29963	169.31	
	M - 15	22/07/2017	29/07/2017	15.01	15.02	15.02	15.01	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,534.0	7	30587	172.74	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarillos - Huánuco.


José Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 03	174.00	165.00	5.45 %	2.11	2.00
M - 05	779.00	735.00	5.99 %	2.16	2.04
M - 08	535.00	503.00	6.36 %	2.14	2.01
M - 11	624.00	574.00	8.71 %	2.16	1.99

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	6.63 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.14 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.01 g/cm³



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

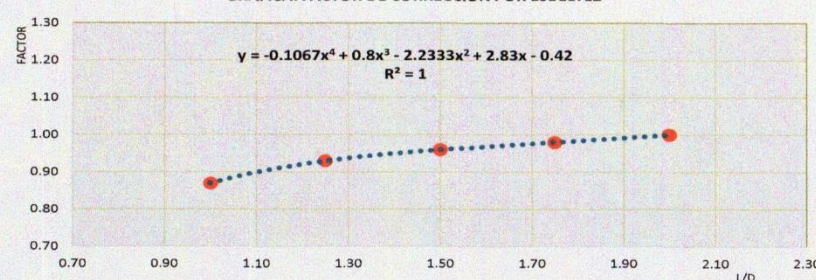
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	8.46 kgf/cm²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	1.69 kgf/cm²	
Fórmulas:		
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	173.11 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	172.97 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	172.64 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	4.84
Desviación Estandar, (σ)	2.20 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	1.27 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1909

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		x_i	f_i	f_r	F	$x_i * f_i$	$(x_i - \bar{X})^2 * f_i$
	Li	Ls						
1	[168.32	170.01 >	169.17	2	0.1333	2	338.33	31.11
2	[170.01	171.70 >	170.86	1	0.0667	3	170.86	5.07
3	[171.70	173.40 >	172.55	6	0.4000	9	1035.30	1.88
4	[173.40	175.09 >	174.24	2	0.1333	11	348.48	2.56
5	[175.09	176.78]	175.93	4	0.2667	15	703.74	31.90
$\Sigma =$				15	1		2596.71	72.53

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
 x_i = Marca de Clase
 f_i = Frecuencia Absoluta
 f_r = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eap_nqcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

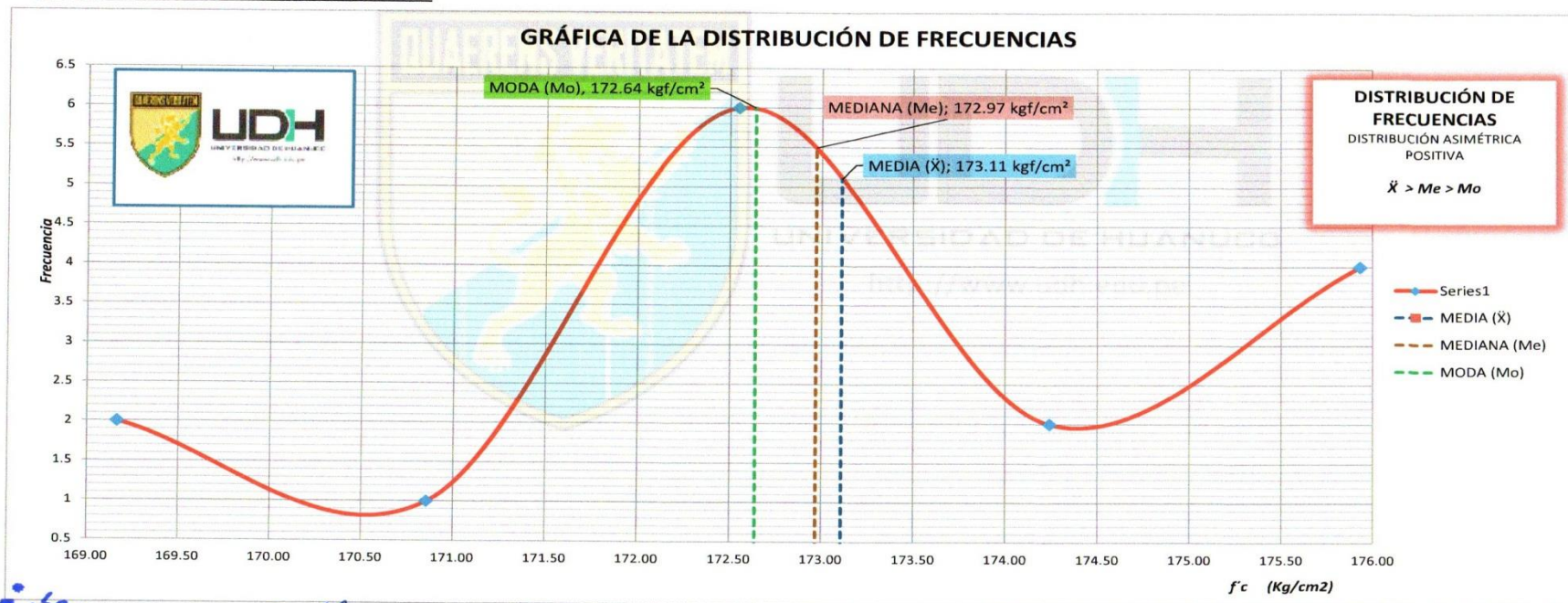


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: eap.nacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 13	1	168.32	0.018873
M - 14	2	169.31	0.044422
M - 10	3	170.41	0.090683
M - 11	4	171.78	0.155493
M - 12	5	172.46	0.175956
M - 06	6	172.54	0.177416
M - 15	7	172.74	0.180075
M - 07	8	172.83	0.180797
M - 03	9	173.18	0.180731
M - 04	10	173.54	0.175956
M - 01	11	174.41	0.147670
M - 05	12	175.51	0.094587
M - 02	13	175.79	0.081143
M - 08	14	176.08	0.068058
M - 09	15	176.78	0.041442

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.11 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	174.11 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	171.89 kgf/cm²
	171.89 kgf/cm² ≤ μ ≤ 174.11 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 171.89 kgf/cm² a 174.11 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z + \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z + \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Josef Churruarín
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 53...



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: eap:ingcivil@udh.edu.pe



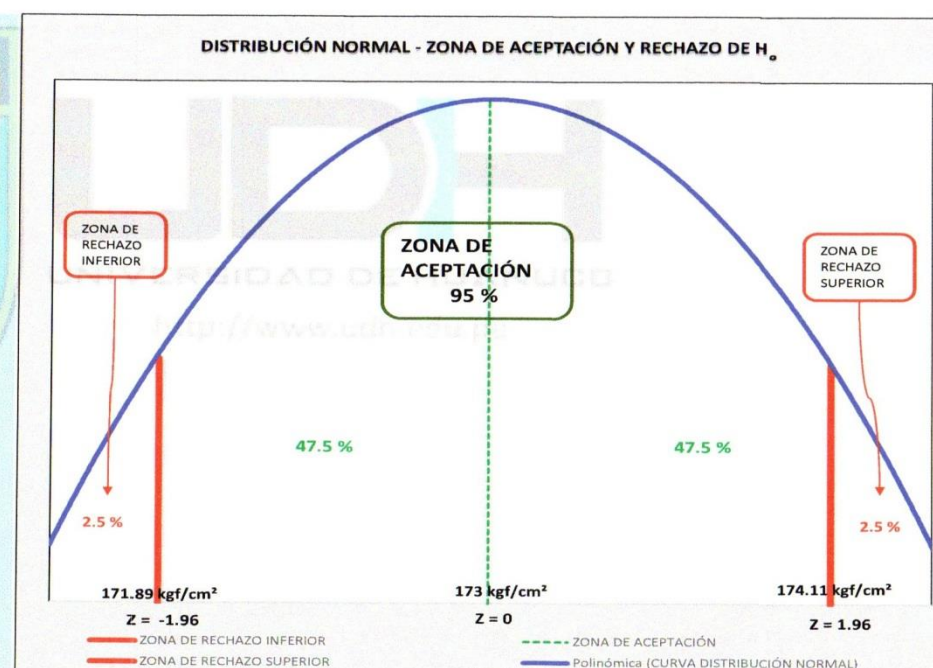
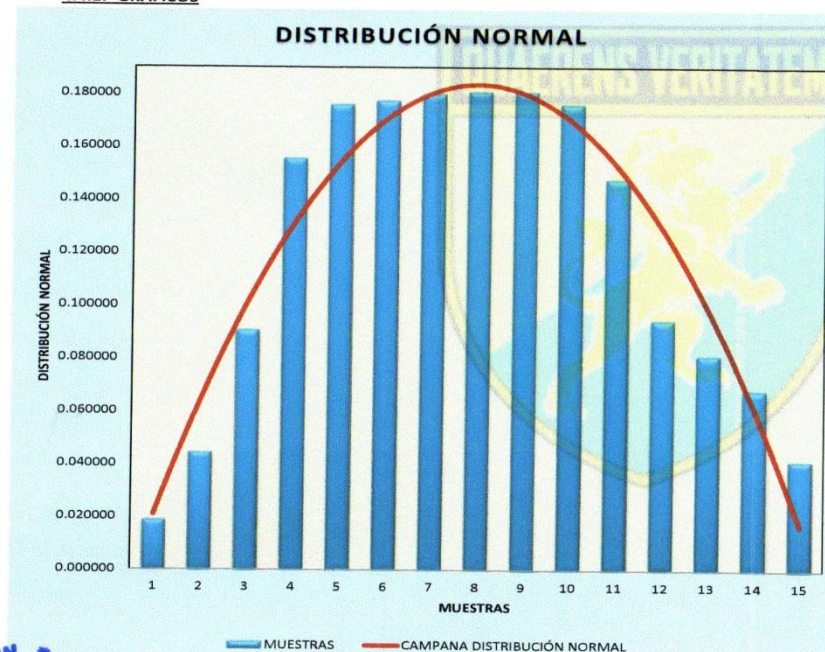
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas
COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Josué Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO

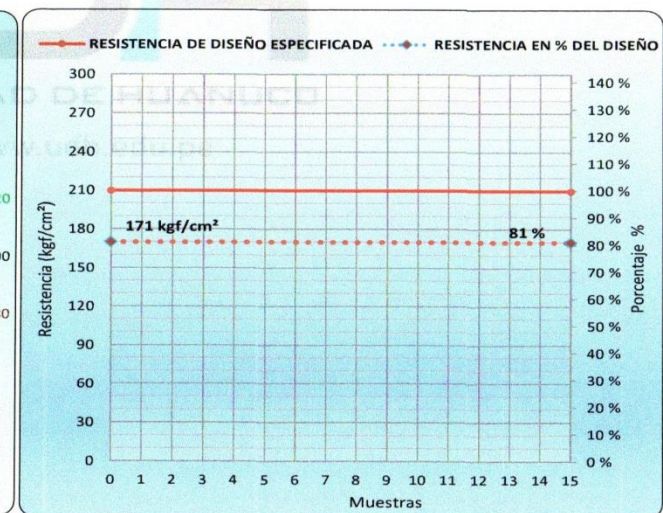
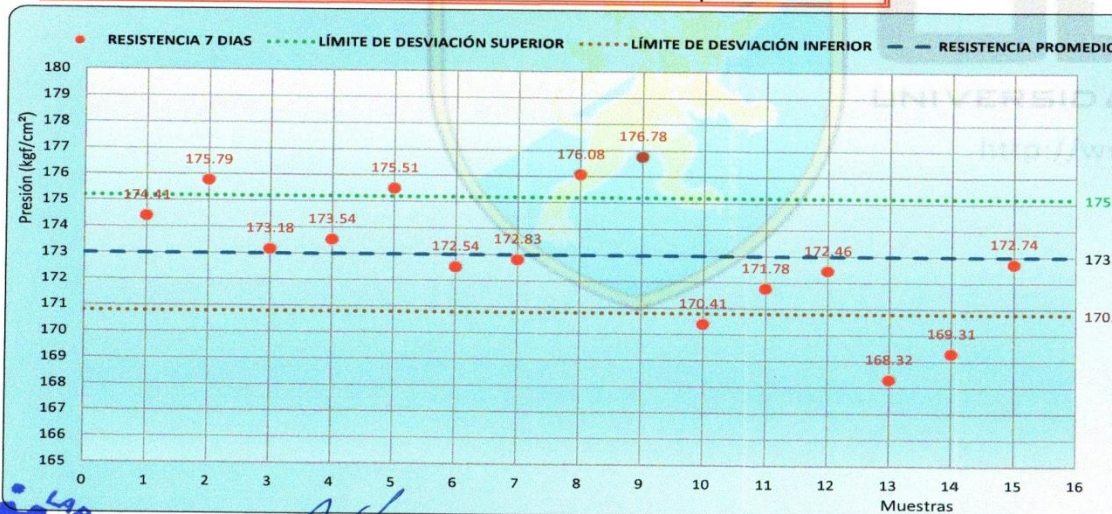
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	173 kgf/cm ²
Desviación estándar, σ	2.20 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	171 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	1.27 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	81 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



Josué Chuguenico Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63748

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epinqcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 14% - 4 CAPAS.	M - 01	22/07/2017	05/08/2017	15.01	15.00	15.02	15.00	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,438.0	14	36900	208.62	Falla columnar (Agrietamiento vertical)
	M - 02	22/07/2017	05/08/2017	15.01	15.02	15.02	15.01	15.02	177.07	29.90	1.99	0.999	11,384.0	14	37428	211.14	
	M - 03	22/07/2017	05/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.00	15.01	176.95	30.00	2.00	0.999	11,462.0	14	37254	210.49	
	M - 04	22/07/2017	05/08/2017	15.00	15.02	15.02	15.02	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,347.0	14	37271	210.49	
	M - 05	22/07/2017	05/08/2017	15.02	15.00	15.00	15.01	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	11,423.0	14	36915	208.59	
	M - 06	22/07/2017	05/08/2017	15.02	15.02	15.00	15.02	15.02	177.07	30.10	2.00	1.000	11,412.0	14	37573	212.19	
	M - 07	22/07/2017	05/08/2017	15.00	15.02	15.00	15.01	15.01	176.89	29.90	1.99	0.999	11,297.0	14	37782	213.37	
	M - 08	22/07/2017	05/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.20	2.01	1.001	11,398.0	14	37588	212.62	
	M - 09	22/07/2017	05/08/2017	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	176.95	30.10	2.01	1.000	11,303.0	14	37517	212.03	
	M - 10	22/07/2017	05/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.01	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,355.0	14	37368	211.26	
	M - 11	22/07/2017	05/08/2017	15.00	15.02	15.01	15.00	15.01	176.89	30.10	2.01	1.000	11,674.0	14	37326	211.03	
	M - 12	22/07/2017	05/08/2017	15.02	15.02	15.00	15.00	15.01	176.95	30.20	2.01	1.001	11,347.0	14	36950	208.94	
	M - 13	22/07/2017	05/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.02	15.01	176.95	29.80	1.99	0.998	11,348.0	14	37470	211.41	
	M - 14	22/07/2017	05/08/2017	15.02	15.01	15.01	15.02	15.02	177.07	30.20	2.01	1.001	11,576.0	14	37786	213.51	
	M - 15	22/07/2017	05/08/2017	15.01	15.01	15.02	15.01	15.01	177.01	30.10	2.00	1.000	11,405.0	14	37124	209.73	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarillos - Huánuco.



José Chequevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	473.00	441.00	7.26 %	2.15	2.00
M - 02	391.00	372.00	5.11 %	2.15	2.05
M - 03	429.00	399.00	7.52 %	2.16	2.01
M - 04	311.00	295.00	5.42 %	2.13	2.02

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	6.33 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.15 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	2.02 g/cm³


INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63745

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

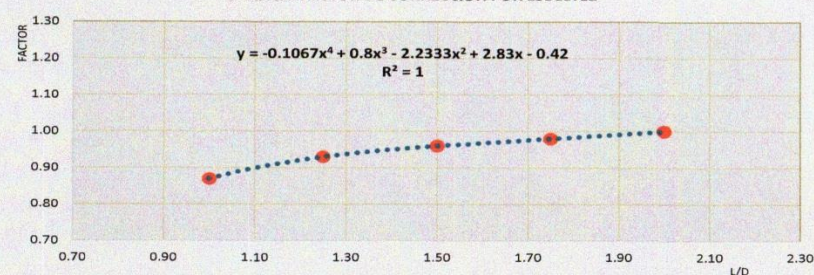
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid	
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	4.92 kgf/cm ²	
Número de Intervalos, (K)	4.91	
K redondeado	5	
Amplitud, (A)	0.98 kgf/cm ²	
Fórmulas:		
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 \cdot \text{Log}(n)$	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	210.98 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	210.93 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	210.89 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	1.87
Desviación Estandar, (σ)	1.37 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación, (C.V.)	0.65 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.1095

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi- \bar{X}) ² *fi
	Li	Ls						
1	[208.59	209.57 >	209.08	3	0.2000	3	627.25	10.81
2	[209.57	210.56 >	210.07	3	0.2000	6	630.20	2.51
3	[210.56	211.54 >	211.05	4	0.2667	10	844.20	0.02
4	[211.54	212.53 >	212.03	2	0.1333	12	424.07	2.22
5	[212.53	213.51]	213.02	3	0.2000	15	639.05	12.46
$\Sigma =$				15	1		3164.77	28.02

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



José Chiquenillo Chiquenillo
INGENIERO CIVIL
C.I.F. 43740

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

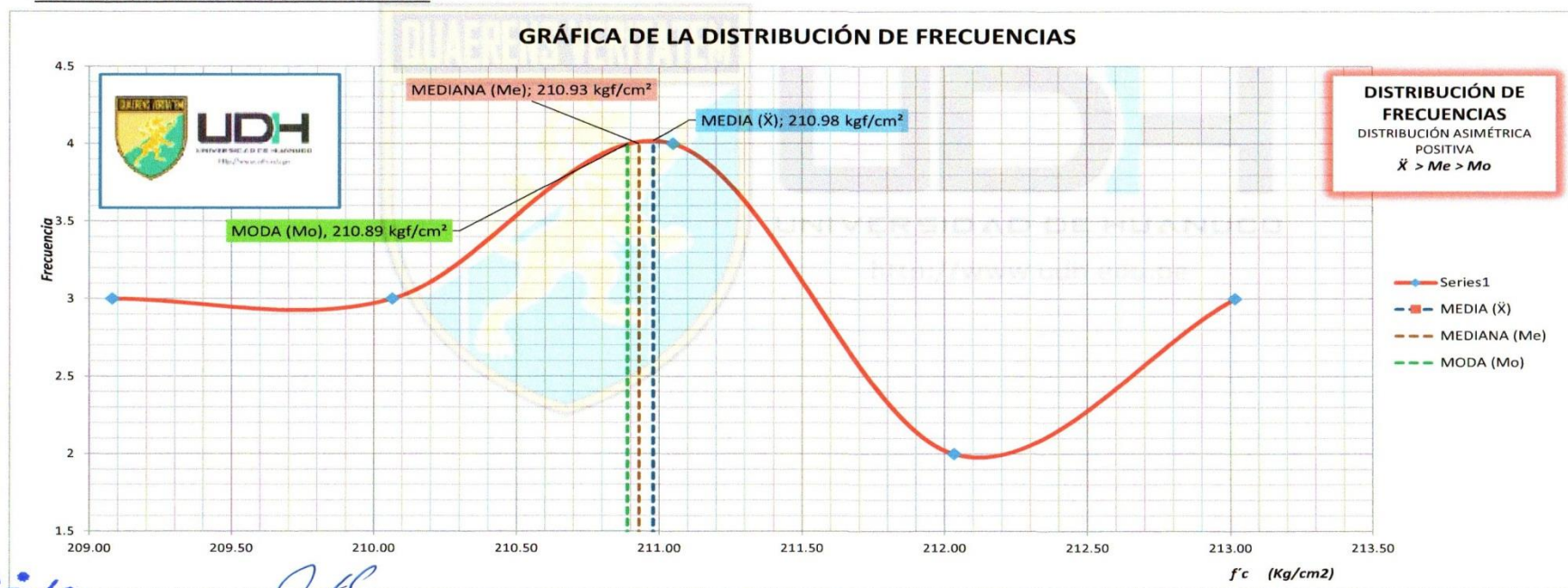


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Josef Chequevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingciv@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 05	1 208.59	0.061976
M - 01	2 208.62	0.064395
M - 12	3 208.94	0.094022
M - 15	4 209.73	0.189490
M - 03	5 210.43	0.267055
M - 04	6 210.49	0.271705
M - 11	7 211.03	0.291129
M - 02	8 211.14	0.289682
M - 10	9 211.26	0.286002
M - 13	10 211.41	0.278446
M - 09	11 212.03	0.219507
M - 06	12 212.19	0.199689
M - 08	13 212.62	0.144731
M - 07	14 213.37	0.065215
M - 14	15 213.51	0.054363

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		0.69 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	211.69 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	210.31 kgf/cm²
		210.31 kgf/cm² ≤ μ ≤ 211.69 kgf/cm²
INTERPRETACIÓN:		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 210.31 kgf/cm² a 211.69 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

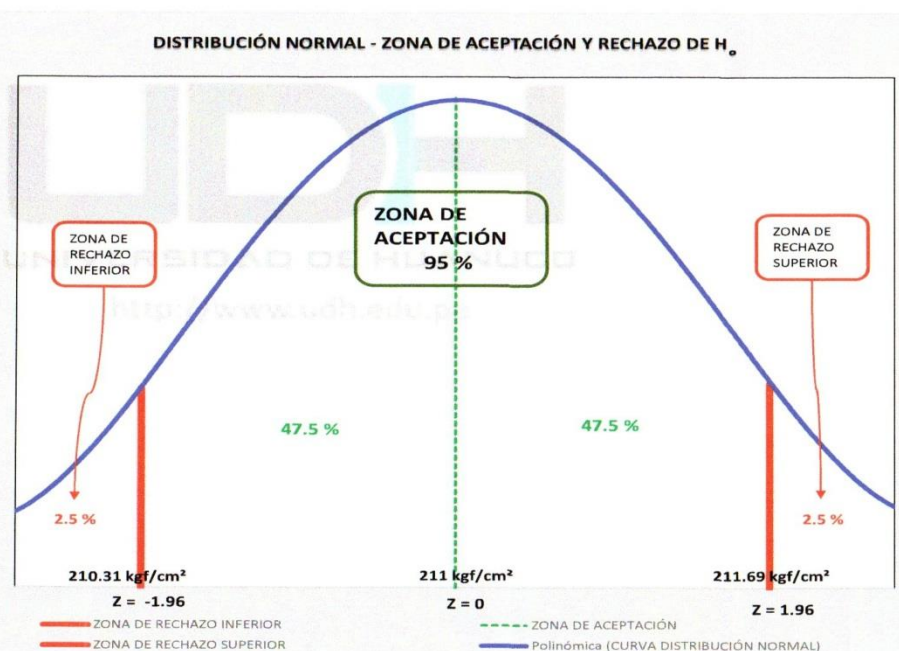
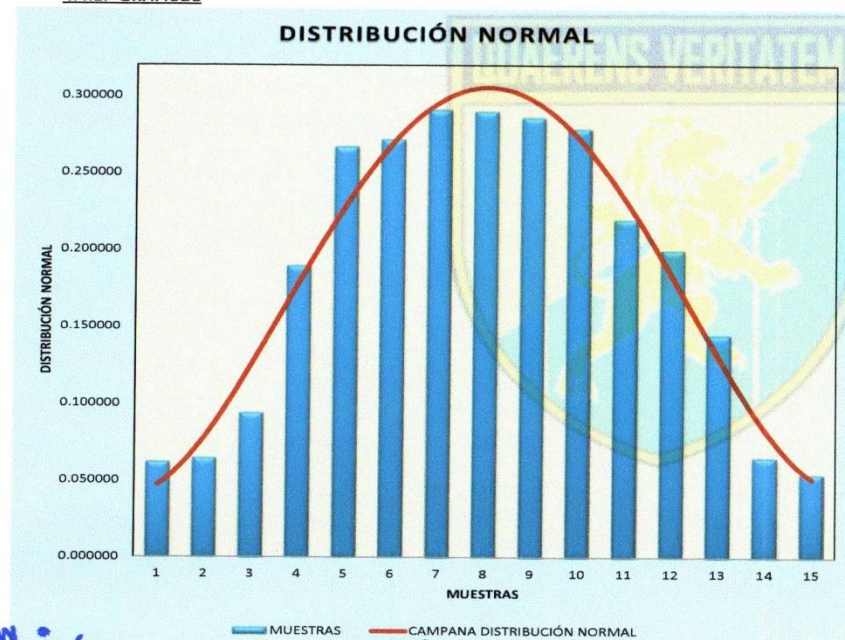


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



José Chiquelín Chiquelín
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63740

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: capinqcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

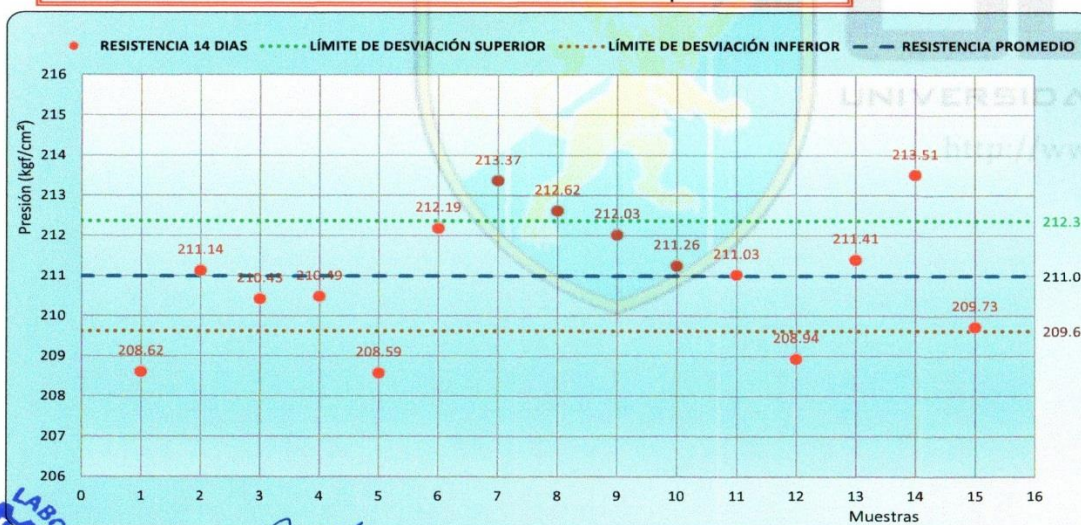
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	211 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	1.37 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	210 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	0.65 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'_c=210$ kgf/cm ²)	100 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Choguel Choguel
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 93744

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	Nº MOLDE	Fecha de molde	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kg)	Esfuerzo Absoluto f _c (kgf/cm ²)	Tipo de Falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diám. Prom.	Área	Altura	Relación corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm ²	L (cm)	L/D	factor	gramos				
PAVIMENTO - CCR - 14% - 4 CAPAS.	M - 01	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.01	15.01	176.83	30.10	2.01	1.000	11,297.0	28	39689	224.47	Falla columnar (Arietamiento vertical)
	M - 02	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.03	15.00	15.01	176.95	29.90	1.99	0.999	11,391.0	28	38837	219.25	
	M - 03	22/07/2017	19/08/2017	15.01	15.00	15.01	15.01	15.01	176.89	29.80	1.99	0.998	11,278.0	28	39475	222.81	
	M - 04	22/07/2017	19/08/2017	15.02	15.00	15.00	15.00	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,387.0	28	39381	222.60	
	M - 05	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.00	15.02	15.01	176.89	29.60	1.97	0.997	11,251.0	28	38753	218.49	
	M - 06	22/07/2017	19/08/2017	15.01	15.10	15.10	15.00	15.05	177.95	29.80	1.98	0.998	11,325.0	28	38859	217.91	
	M - 07	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.20	15.10	15.00	15.08	178.49	30.00	1.99	0.999	11,338.0	28	38674	216.41	
	M - 08	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.01	15.00	176.77	29.90	1.99	0.999	11,543.0	28	39467	223.05	
	M - 09	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.02	15.00	15.01	176.89	29.80	1.99	0.998	11,372.0	28	39046	220.39	
	M - 10	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.01	15.01	15.00	15.01	176.83	30.30	2.02	1.001	11,525.0	28	39342	222.75	
	M - 11	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.20	2.01	1.001	11,426.0	28	39287	222.47	
	M - 12	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.02	15.02	15.02	15.02	177.07	29.90	1.99	0.999	11,331.0	28	39166	220.95	
	M - 13	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.02	15.01	15.01	15.01	176.95	29.80	1.99	0.998	11,397.0	28	39086	220.53	
	M - 14	22/07/2017	19/08/2017	15.02	15.00	15.00	15.00	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,355.0	28	39423	222.84	
	M - 15	22/07/2017	19/08/2017	15.00	15.00	15.00	15.02	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	11,289.0	28	38526	217.77	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de la Universidad Privada de Huánuco (UDH), situado en la Esperanza - Amarilis - Huánuco.



José Chuguevica Chinguel
INGENIERO CIVIL
CLP 63740

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: capingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

Nº MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm³)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	180.00	164.00	9.76 %	2.12	1.93
M - 04	297.00	275.00	8.00 %	2.15	1.99
M - 07	359.00	329.00	9.12 %	2.12	1.94
M - 11	274.00	251.00	9.16 %	2.14	1.96

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, % W (promedio)	9.01 %
Densidad Húmeda, ρ_h (promedio)	2.13 g/cm³
Densidad Seca, ρ_s (promedio)	1.96 g/cm³


Josué Choquevilca Chingur
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63741

4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

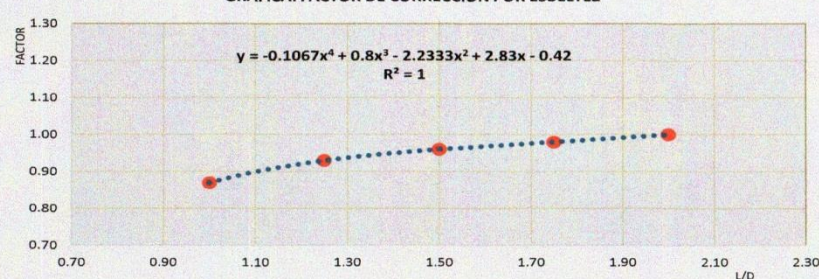
L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200

GRÁFICA: FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MEDIANA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTANDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

SELECCIONAR ENTRE LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de Muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	8.06 kgf/cm ²
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.61 kgf/cm ²
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$
	$A = \frac{R}{K}$

MEDIDAS DE VARIACIÓN O DISPERSIÓN

Media Aritmética, (\bar{X})	220.55 kgf/cm ²
Mediana, (Me)	220.98 kgf/cm ²
Moda, (Mo)	221.89 kgf/cm ²

Varianza, (σ^2)	4.67
Desviación Estandar, (σ)	2.16 kgf/cm ²
Coefficiente de Variación, (C.V.)	0.98 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.5972

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		xi	fi	fr	F	xi*fi	(xi - \bar{X}) ² *fi
	Li	Ls						
1	[216.41	218.02 >	217.22	3	0.2000	3	651.65	33.35
2	[218.02	219.63 >	218.83	2	0.1333	5	437.66	5.93
3	[219.63	221.25 >	220.44	3	0.2000	8	661.32	0.04
4	[221.25	222.86 >	222.05	5	0.3333	13	1110.26	11.28
5	[222.86	224.47]	223.66	2	0.1333	15	447.33	19.39
$\Sigma =$				15	1		3308.21	69.99

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra
K = Nº Intervalos
Li = Límite Inferior
Ls = Límite Superior
xi = Marca de Clase
fi = Frecuencia Absoluta
fr = Relativa
F = Frecuencia Absoluta Acumulada



Josué Chayevilla Chiriqui
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63745

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

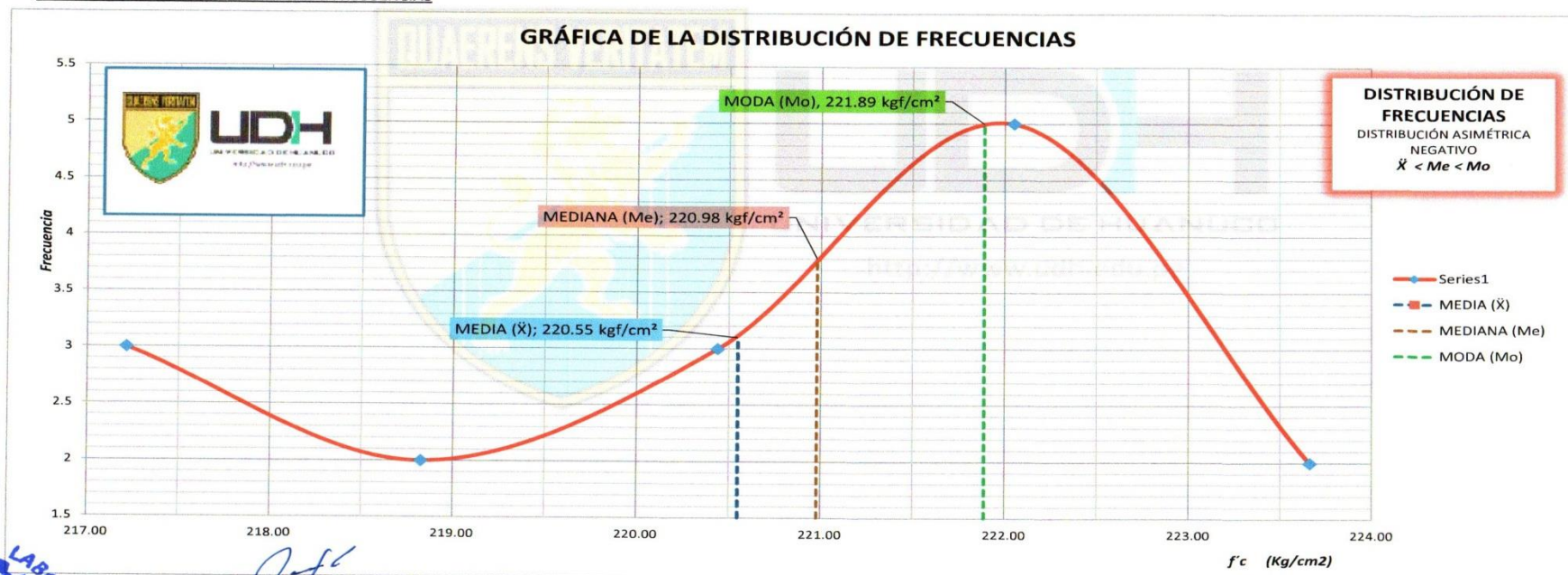


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 07	1 216.41	0.019315
M - 15	2 217.77	0.060379
M - 06	3 217.91	0.066385
M - 05	4 218.49	0.094023
M - 02	5 219.25	0.133021
M - 09	6 220.39	0.177475
M - 13	7 220.53	0.180375
M - 12	8 220.95	0.184646
M - 11	9 222.47	0.146515
M - 04	10 222.60	0.140381
M - 10	11 222.75	0.133021
M - 03	12 222.81	0.130011
M - 14	13 222.84	0.128494
M - 08	14 223.05	0.117723
M - 01	15 224.47	0.050821

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95 %
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5 %
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5 %
	Z+ CRÍTICO (2.5 %)	1.96
	Z- CRÍTICO (2.5 %)	-1.96
MARGEN DE ERROR		1.09 kgf/cm²
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	222.09 kgf/cm²
	LÍMITE INFERIOR	219.91 kgf/cm²
	219.91 kgf/cm² ≤ μ ≤ 222.09 kgf/cm²	
INTERPRETACIÓN: Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f´c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 219.91 kgf/cm² a 222.09 kgf/cm².		

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95 \%$
$Z = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Josué Chupuevilca Chiriqui
INGENIERO CIVIL
CLP 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas

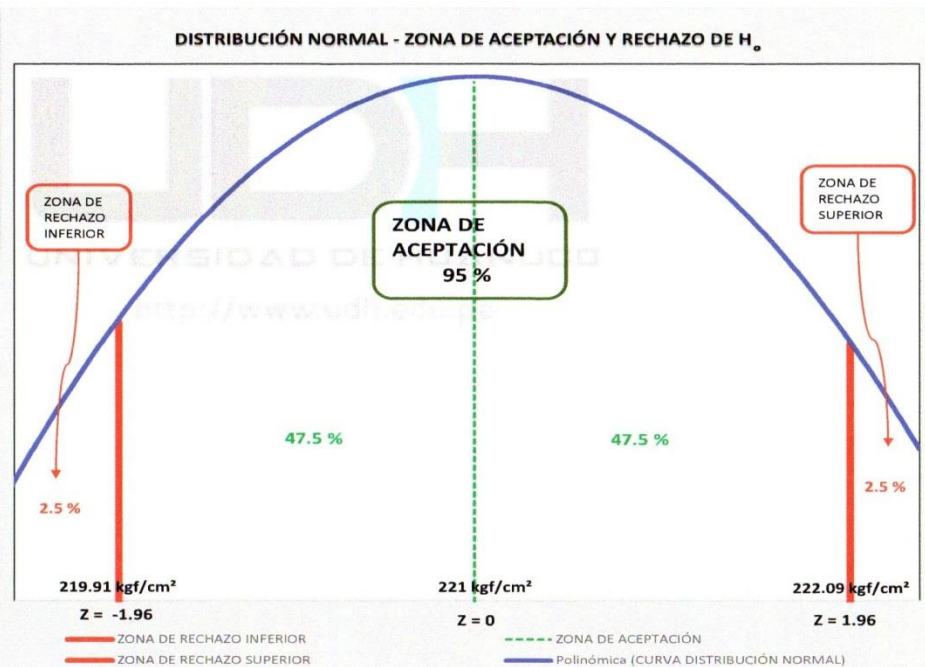
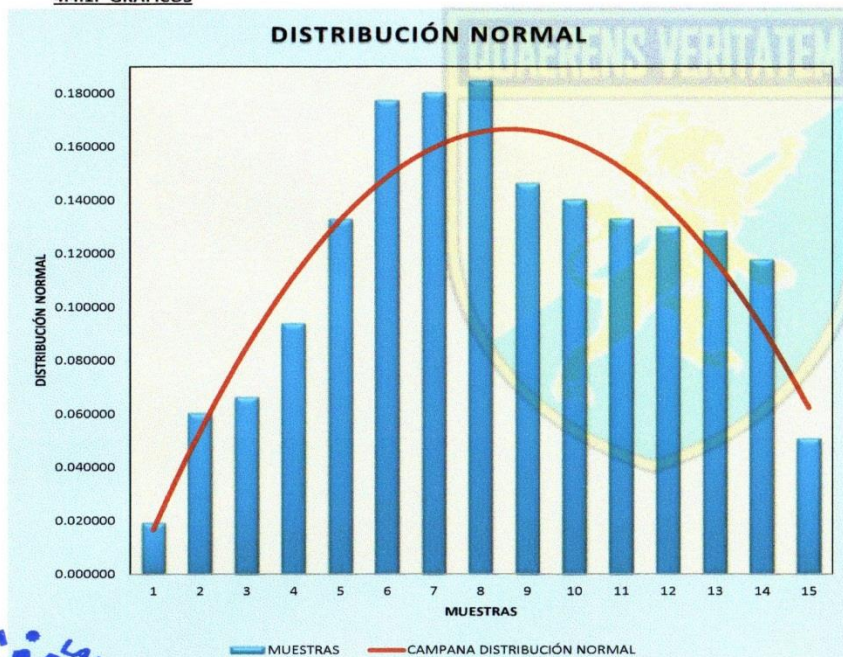


COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

4.4.1.- GRÁFICOS



Josef Choquevilca Chinguel
INGENIERO CIVIL
C.A.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú
E-mail: epinacivil@udh.edu.pe





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA – E.A.P. ING. CIVIL
Estudio y Ensayos en Suelos, Concreto y Rocas



COMPRESIÓN CILÍNDRICA DE CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO

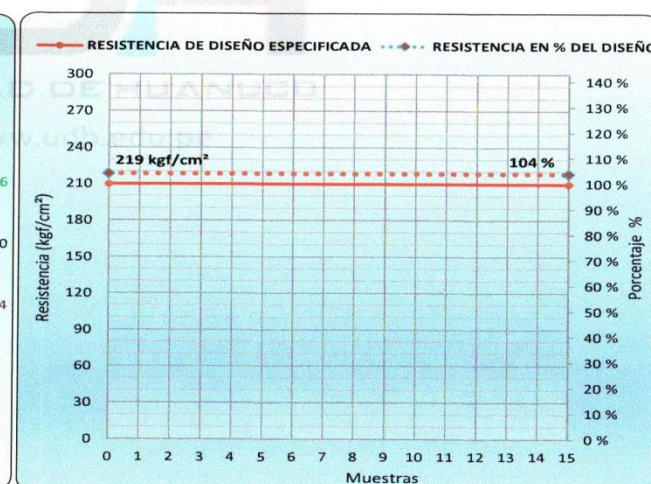
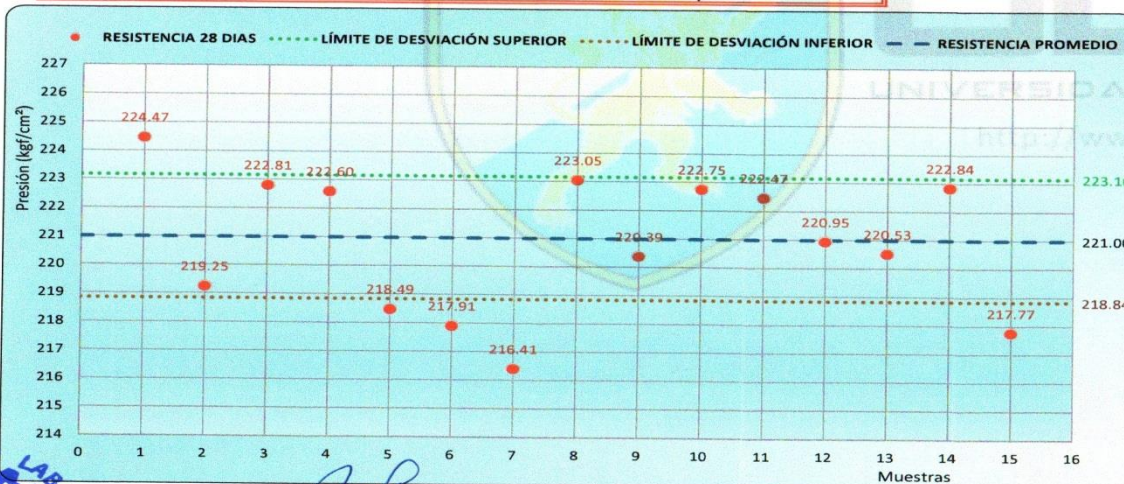
Tesis :	"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR) PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017".
Ubicación :	HUÁNUCO.
Tesista :	BACH. PETER ANDY ESPINOZA TORRES.
Fecha :	MARZO DEL 2018.

5.- Resultados y gráficos:

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, \bar{X})	221 kgf/cm ²
Desviación estandar, σ	2.16 kgf/cm ²
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	219 kgf/cm ²
Dispersión (Coeficiente de variación, C.V.)	0.98 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ($f'c=210$ kgf/cm ²)	104 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o mas
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm ²
Verificación	Cumple	Cumple



José Choquevilca Changuel
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 63749

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono Nº 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco – Perú

E-mail: epingcivil@udh.edu.pe



